

جمعية المهندسين الملكية المصرية

تأسست فى ٣ ديسمبر سنة ١٩٢٠

ومعتمدة بمرسوم ملكى بتاريخ ١١ ديسمبر سنة ١٩٢٢

النشرة الرابعة من السنة الثالثة عشر

١٠٤

محاضرة

عن « تطوّر التليفون »

لحضرة المحترم شكرى أباظه افندى

مساعد باشمهندس مصلحة التليفونات والتلغرافات

ألقيت يوم الخميس ٢ فبراير سنة ١٩٣٣ بمتحف السكة الحديد

مطبعة مصر . شركة مساهمة مصرية

١٩٣٣



جمعية المهندسين الملكية المصرية

تأسست فى ٣ ديسمبر سنة ١٩٢٠

ومعتمدة بمرسوم ملكى بتاريخ ١١ ديسمبر سنة ١٩٢٢

النشرة الرابعة من السنة الثالثة عشر

١٠٤

محاضرة

عن « تطوّر التليفون »

لحضرة المحترم شكرى أباظه افندى

مساعد باشمهندس مصلحة التليفونات والتلغرافات

ألقيت يوم الخميس ٢ فبراير سنة ١٩٣٣ بمتحف السكة الحديد

مطبعة مصر. شركة مساهمة مصرية

١٩٣٣

محاضرة عن تطور التليفون

سيدى الرئيس — سادتى

ارجو ان أقوم لحضراتكم فى هذه المحاضرة باستعراض عام عن تطور التليفون من يوم أن شعر الانسان بحاجته اليه ومن يوم أن بدأ ينفق ذهنه لابتكار الطرق لتقصير المسافات وتوسيع دائرة نفوذه بكافة السبل وأسرعها .

والموضوع فى ذاته طويل شاق مترامى الاطراف . لا تأتى عليه محاضرة ولا يسعه كتاب. وكل مطمحى ان أكوّن لحضراتكم صورة عامة كما قدمت . وكل رجائى ان أحظى منكم بسعة الصدر وطول الاناة . ولى فى حسن ظنكم كل أمل وكل رجاء .

وقد قسمت محاضرتى إلى ثلاثة أقسام : —

القسم الاول : التليفون فى العصور الاولى

القسم الثانى : التليفون فى مهد الابحاث والتجارب

القسم الثالث : التليفون الحديث .

ثم أردفت هذه الاقسام بخاتمة. غير أننى أرجو أن ابدأ محاضرتى الليلة بهذه الخاتمة لما فيها من تمهيد عن ماهية الصوت والـكهرباء . مما له علاقة أساسية بفن التليفون والتلغراف .
(راجع الخاتمة)

معنى التليفون

التليفون أصلها اغريقى — كلمة مكونة من « تللى » ومعناها « بعيد »و «فون »ومعناها« صوت » أى «الصوت من بعيد » وفيه الدلالة الـكافية على الغرض من التليفون .

التليفون فى العصر القـديم

تعرفون جميعاً أيها السادة ان الله سبحانه وتعالى فضل الانسان على الحيوان فى كثير من الصفات وأدلها النطق وسمينا « بالحيوان الناطق » للدلالة على أهمية هذه الصفة فكانت الـكلمات المنطوقة أسهل وأدل وأتم طريق لاتصال الفكر بين الانسان وأخيه وبين بيئة وبيئة أو شعب وشعب

وهناك طرق أخرى للمواصلات كالمخطوطات ويحتاج

فيها للنقل المادى وكالتلغراف والهليوجراف والبيارق وما شابهها ويحتاج فيها لاصطلاحات وأجهزة خاصة .

فكان من الطبيعى إذاً أن يبذل الانسان الأول كل مجهود لاتساع دائرة الاصوات التى يراد منها تبليغ أمر أو تحذير من أمر فابتكروا أول ما ابتكروا « الطبلة » يقرعونها فيسمع من بعد صوتها فتجمع شتاتهم ان أرادوا — وتحذرهم من أمر ان شاؤوا أو يعلنوا بها الحروب — وصارت تميزها حيوانات الأدغال فتختبىء عند سماعها خوفاً — كما لاحظتموه عديدا فى افلام السينما التى تنقل لنا حياة الغابات وعوائد القبائل النصف متوحشة .

وجاء المصريون القدماء والاغريق لحفروا فى معابدهم أنفاقاً اسطوانية تنتهى بفجوات حتى اذا تكلم متكلم فى مبدأ النفق سمعوه فى نهايته وكان هذا الأبتكار سلفا لطريقة تليفون الانابيب ولم تزل مستعملة فى بعض المصانع والبنوك ولعل أكثر مستعمليها فى مصر « البرابره » وبوابو البيوت فتجدهم يتخاطبون مع زملائهم فى الأسطح بالنقر على

« مزاريب » المياه والتخاطب من الدور الأرضى إلى الدور الأعلى بهذه الطريقة .

وقد اختار هؤلاء جميعاً نقل الصوت مباشرة وعن طريق الهواء ولم يزل كذلك حتى فى القرن السابع عشر حيث استعملوا البورى والأبواق للكلام والسماع وللتخاطب بين مركب ومركب .

وبقى التليفون فى تطوره على هذا الشكل حتى أواخر القرن الثامن عشر .

التليفون فى القرن التاسع عشر وأواخر القرن الثامن عشر

يمتاز القرن التاسع عشر وآخر القرن الثامن عشر بالنهضة العلمية والفلسفية وهو قرن تحققت فيه أو وضعت فيه أساسات تحقيق ما جال بخاطر الأنسان من رغبات وأحلام فانتفض الناس مرة واحدة وهبوا إلى تحقيق أحلامهم بكل الطرق وفى جميع العلوم .

وقد سبق اختراع التليفون الحديث بشكله الحالى عدة اكتشافات واختراعات وابحاث فى الكهرباء والكيمياء

والصوت ما بين سنتى (١٧٧٤ و ١٨٣٨) كانت أساساً لما تبعها من التقدم الآلى السريع .

وأقدم من هذا فى سنة ١٦٦٧ وصف روبرت هوك كيفية نقل الصوت إلى مسافات بعيدة بواسطة سلك مشدود ومنحن فى عدة مواضع فقال « ليس من المستحيل ان تسمع همسة على بعد فرسخ فقد سبق تحقيق ذلك وربما لم يكن مستحيلا أن يزيد هذا الفرسخ إلى عشرات الفراسخ وبالرغم من ان بعض المؤلفين أكدوا عدم التمكن من سماع الصوت من خلال أرفع لوح من الزجاج المسكوفى فاننى أعرف طريقة يتمكن بها الشخص ان يسمع ويتكلم من خلال حائط سمكه ياردة. » إلى أن قال « وانى اؤكد للقارىء اننى تمكنت بواسطة سلك مشدود ان أنقل الصوت إلى مسافات بعيدة فى لحة أو بسرعة تقارب سرعة الضوء وعلى كل حال أسرع بلا مقارنة من سرعة انتقال الصوت فى الهواء وليس هذا الانتشار فى خط مستقيم فقط — بل فى خط منحن فى عدة زوايا » .

وفى سنة ١٨١٩ حقق العالم Hans Christian Oerstead من كوبنهاجن تأثير تيار فولتا على الأبرة المغناطيسية .

وفى سنة ١٨٢٠ اكتشف سير همفرى ديفى وفرنسيس جان أرجو» كل على حده كيفية تحويل إبرة أو قضيب من الصلب الى مغناطيس بتمرير تيار كهربائى فى سلك ملفوف على أيهما .

وفى أول سبتمبر سنة ١٨٢١ وصف «هويتستون» فى مجلة Depository of Art آلة سماها « تليفون» كان ينقل بها الموسيقى بطريقة ميكانيكية من مكان لآخر .

وفى سنة ١٨٢٥ صنع William Sturgeon أول مغناطيس كهربائى .

وفى سنة ١٨٣١ اكتشف فراداى خاصية التأثير المغناطيسى الكهربائى . وهى التى اتخذها Bell فيما بعد أساساً لتليفونه الحديث .

وفى سنة ١٨٣٧ وجد الأمريكانى Page أنه اذا سلط تيار ممغطس سريع الذبذبة على قضيب مغناطيس — أصدر

صوتاً وقـد لاحظ مثل هـذه المشاهدة آخرون مثل
De la Rive - Gassiot - Marrian

وفى سنة ١٨٣١ أيضاً برهن «هويتسون» انه اذا اتصل صندوقا آلة موسيقية بعصا من الخشب فان دق على احدى الآلتين — ردد صندوق الآلة الأخرى نفس النغمات .

ومن ذلك ما سمى تليفون المحبين وهو عبارة عن قرصين متصلين بخيط مشدود ينقل بواسطتهما الصوت — ولم نزل نرى الأطفال من جميع الشعوب يقلدونه للآن .

وفى سنة ١٨٥٤ كتب الفرنسى Charles Boussel مقالا عن نقل الصوت قال فيها « تصور شخصاً يتكلم أمام قرص لين بحيث لا يضيع ذبذبة من ذبذبات الصوت — وأن هذا القرص يقطع ويصل التيار من البطارية على التوالى فانه يمكنك أن تضع قرصاً فى الطرف الآخر ينقل لك هذه الذبذبات تماماً .

إنه من المحقق أنه يمكن نقل الصوت بالكهرباء فى المستقبل . وقـد عملت شخصياً بعض التجارب فى هـذه

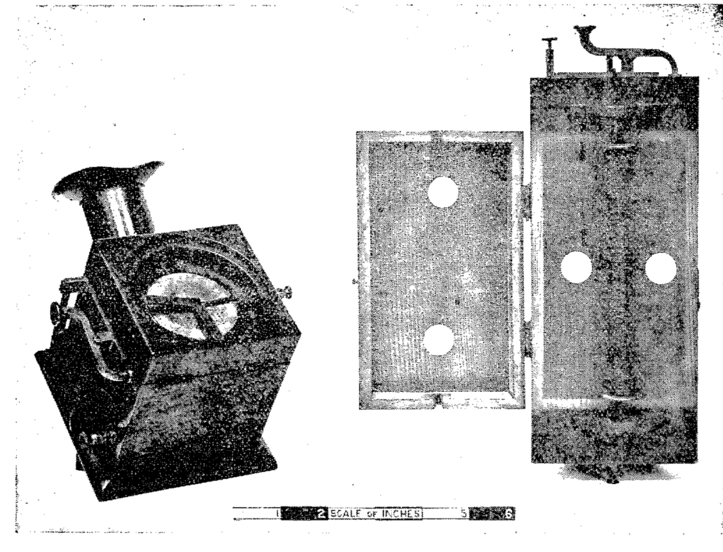
الناحيـة . إنها تجارب دقيقة وتحتاج لوقت وصبر ولـكن النتيجة النسبية التى تحصلت عليها تبشر بنتائج حسنة . »

وفى سنة ١٨٦٧ كتب Philip Reis of Friedrichsdorf ما يأتى : —

«أثناء تدريسى للطبيعة فى سنة ١٨٦٠ بحثت فى موضوع بدىء البحث فيـه سابقاً يختص بأعضاء السماع — وحالا ما سررت بتتويج مجهودى بالنجاح فاننى نجحت فى اختراع آلة بها يمكن إظهار وإثبات «خواص السمع» والتى بواسطتها أيضاً يمكن ترديد نغمات من كل نوع وعلى أى بعد بواسطة تيار جلفانى . وقد سميت هذه الآلة «تليفون» . (شكل ١)

وما كان تليفون ريس إلا لنقل الموسيقى — وكان ينقل الصوت أيضاً وبه كل أسس التليفون الحديث . وقد أدخل تحسينات عديدة على هـذا التليفون جمع من الباحثين مثل
Cecil & Leonard Wray, Van der Wyde, Yeats, Elisha Grey, Pollard & Garnier.

وفى سنة ١٨٦٣ قام Royal E. House بأبحاث فى تحليل الصوت وتكريره واجتهد فى إخراج الأحرف المتحركة



« شكل ١ » تليفون « ريس »

بواسطة مجموعة من الشوك الرنانة مستعملا فى ذلك المغناطيس الكهربائى والبطارية . وقد أعاد Bell هذه التجارب بعده . وفى سنة ١٨٦٨ صنع Royal House تليفونا مغناطيسياً مشابهاً لتليفون بل .

ولكن التليفون المتكلم لم يسجل فى الولايات المتحدة إلا فى ١٤ فبراير سنة ١٨٧٦ باسم «جراهام بل» Graham Bell ومن الصدف العجيبة أن Elisha Grey سجل فى نفس اليوم اختراع آلة مشابهة لجهاز بل . وقد حصل بسبب ذلك نزاع فى المحاكم انتهى بتكوين شركة اشترت الاختراعين معاً . أما « بل » فواصل فى تحسين جهازه بينما قنع « جراى » بما حصل عليه . وكان تليفون بل يستعمل للكلام ثم للسماع ثم للكلام وهكذا — وكان من جراء ذلك ما يؤدى الى «لخبطة» المشتركين لدرجة أن اضطرت شركة من الشركات الأولى الى وضع هذه اللوحة على كل تليفون : — « لا تتكلم باذنك ولا تسمع بفمك » !

ولم يكن تليفون بل فى الحقيقة إلا سماعة لم تزل

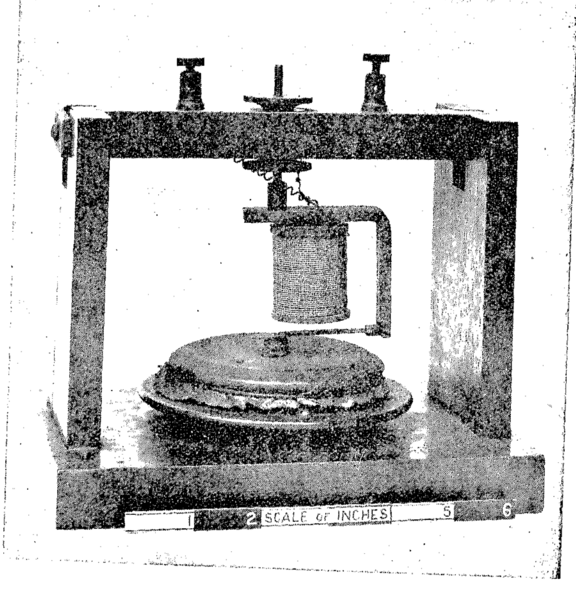
مستعملة لوقتنا هذا ولم يزد عليها إلا تحسيناً مستمراً من جهة التصميم أما الأساس فبقي على حاله . (شكل ٢، شكل ٣)

وقد كانت هناك حاجة الى اختراع لاقط الصوت أو «ميكروفون» وقد تم ذلك فيما بعد باستعمال الكربون في هذا الجزء من الجهاز .

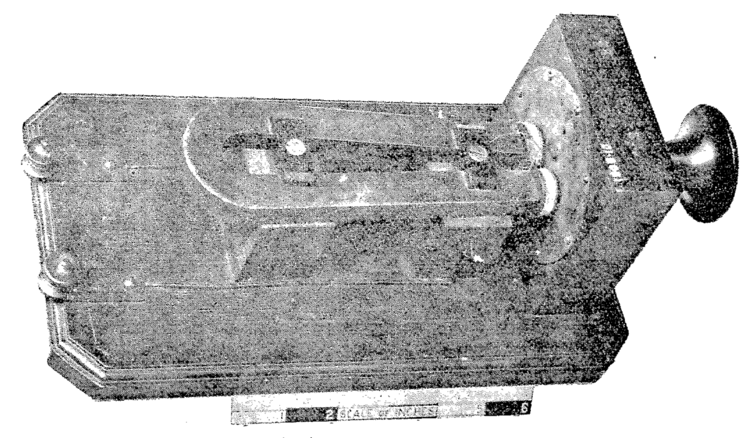
وينسب أول اختراع لناقل صوت كربوني الى «أديسون» شيخ المخترعين ، قدس الله روحه ، وذلك في سنة ١٨٧٧ بعد اختراع بل بقليل وهو مركب من قرص يتذبذب مع موجات الصوت ويتلاصق أو يتباعد حسب هذا التذبذب بزر من الكربون تكون جميعاً اتصالا كهربائياً . وذكر أديسون في نظرية جهازه أن معارضة هذا الجهاز الكهربائية تتغير بتغيير الضغط بين القرص والزر .

وأتى هيوز في سنة ١٨٧٨ فانار قليلا بأبحاثه هذه النظرية وبيّن أن ما ظنه أديسون أساسه الضغط ما هي إلا خاصية نقط الاتصال المعلقة Loose Contacts (شكل ٤)

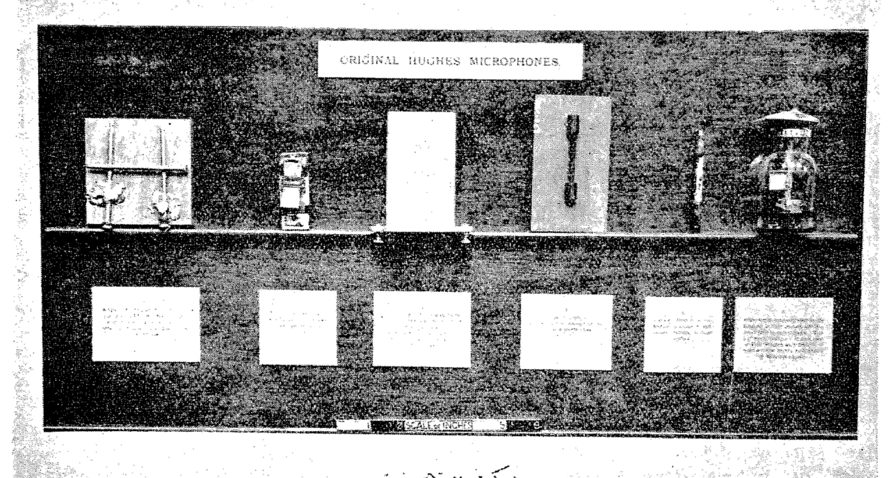
ولا تتعلق ظاهرتها على الضغط وفي الواقع أن هيوز



(شكل ٢) أول تليفون لجراهام بل



(شكل ٣) تليفون « بل » المغناطيسى



(شکل ٤) میکروفون « هیوز »

عمل على كمال التليفون بقدر ما عمل بل على إخراجه للعالم . وأهم الميكروفونات المستعملة الآن أساسها «التواصيل السابية» كما ذكرنا .

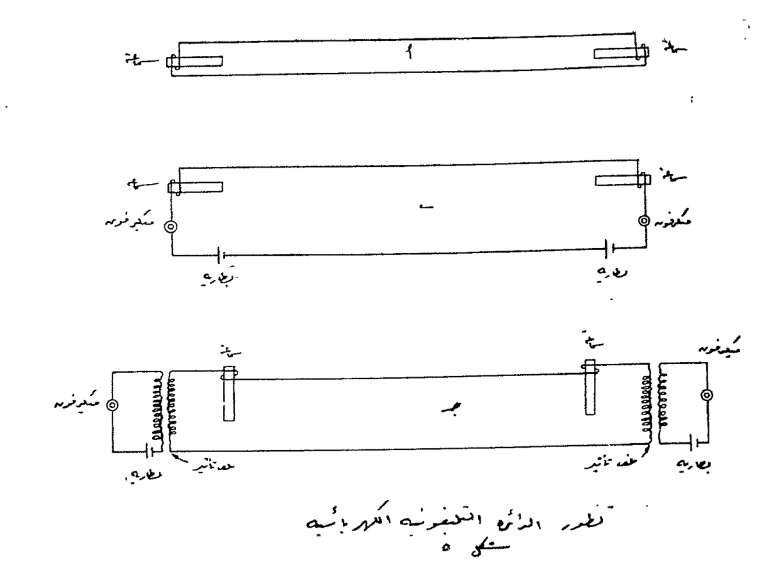
ثم أتى بعده Blake فأخرج لشركة بل ناقلا جديداً للصوت أساسه توصيلة واحدة من الكربون — وبإيجاد هذا الجهاز ساعد على انتشار التليفون الانتشار المنتظر . (شكل ٧)

الدائرة التليفونية الكهربائية ونظرية التليفون

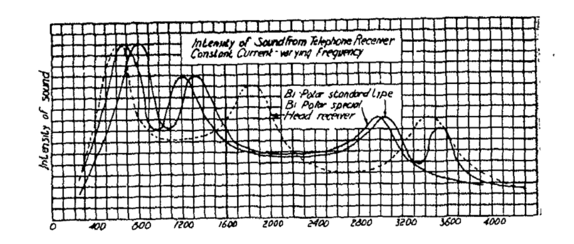
ننتقل الآن الى الكلام عن الدائرة التليفونية الكهربائية وأول تكوين للدائرة الكاملة للتليفون كان كما فى ا (شكل ٥) ثم تحسن الى شكل ب .

وكان الميكروفون أساس تغيير تيار البطارية وذلك بتغيير معارضته الكهربائية عند الكلام كما قلنا (شكل ٥)

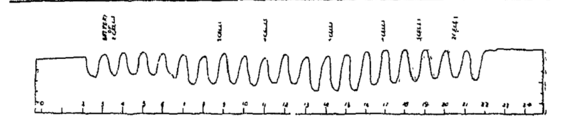
والدرجة التى يؤثر بها هذا التغيير فى قوة التيار تتوقف على نسبة معارضة الميكروفون لمعارضة الدائرة الكهربائية



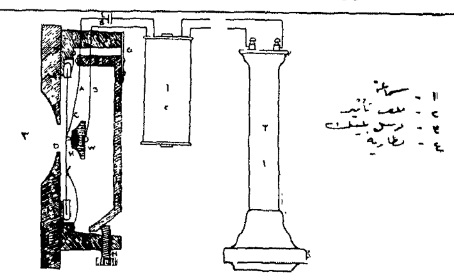
تطور الدائرة التليفونية الكهربائية
شكل ٥



رسم بيانى لصوت حساسية سماعة التليفون



تغير مقاومة الميكروفون بالصوت



BLAKES X MITTER

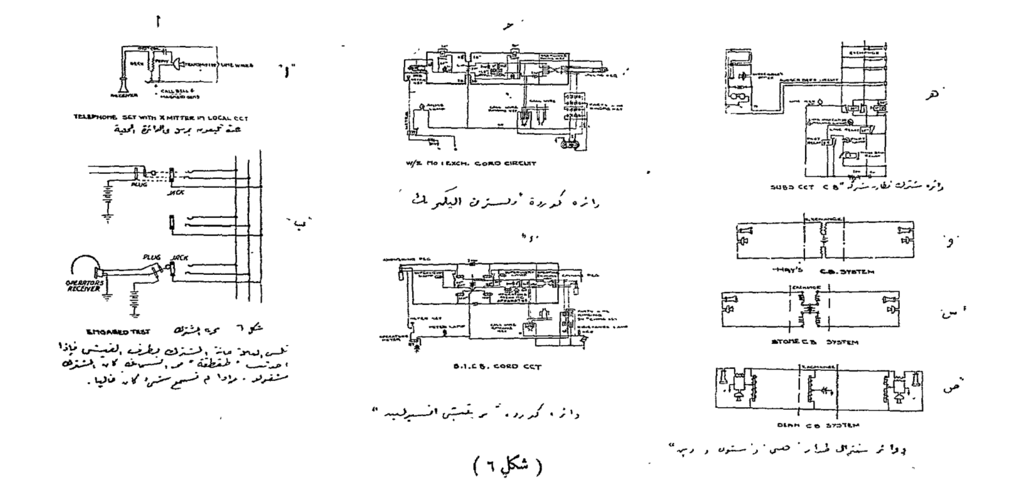
مرسل بليك

شكل - ٧

كلها وهو جزء منها . ولذا كان من المرغوب فيه أن تكون نسبة معارضة الميكروفون لمعارضة الدائرة نسبة كبيرة . ولكن يجب أن تكون معارضة الميكروفون معارضة قليلة نسبياً وذلك لأسباب عدة وكذلك معارضة الدائرة التليفونية بأجمعها ولا يمكننا تحقيق ذلك بالدائرة شكل ب لأن معارضة الدائرة تتوقف على معارضة الخط الخارجي وهذا يتوقف على بعد عدتى التليفون عن بعضهما ـ إلا إذا استعملنا سلكا ضخما فى بعض الحالات وهذا ما لا يمكن تحقيقه عملياً . وهنا أتى أديسون ثانياً لمناصرة التليفون واخترع « ملف التأثير » أو الترانسفورمر .

(Induction coil — Transformer

فوضع الميكروفون والبطارية والملف الأول فى دائرة ـ والخط والسماعة والملف الثانوى فى دائرة أخرى . كما هو مبين فى نفس الشكل تحت « جـ » وعلى ذلك لا تتوقف معارضة الميكروفون على معارضة الخط الخارجي ـ وبالتالى على طول المسافة بين المشتركين . وكل تغيير فى الدائرة الأولية ينتقل بالتأثير إلى الدائرة الثانوية . (شكل ١٦)


TELEPHONE SET WITH X MITTER IN LOCAL CCT
PLUG
JACK
OPERATORS RECEIVER
ENGAGED TEST
W/E No 1 EXCH. CORD CIRCUIT
B.I.C.B. CORD CCT
SUBS CCT C B
HAY'S C.B. SYSTEM
STONE C.B SYSTEM
DEAN C B SYSTEM

(شكل ٦)

أجهزة النداء

ولم تحل صعوبة التليفون العملى عند تذليل ما قام من الصعوبات من جهة السماعة والميكروفون فانه كان من الضرورى أن نجد أجهزة لنداء المشترك واستلفات نظره . وقد عمل « وطسن » ، مساعد بل ، فى تحسين هذه الأجهزة فى المبدأ فكان أول ما عمل فى هذا السبيل وعند ما كانت عدة التليفون مكونة من جهاز واحد (سماعة بل) كان النقل بالنقر بالأنامل أو بقلم أوماشابهه على هذا الجهاز لارسال اشارة للطرف الآخر عبارة عن « طقطقة » فى السماعة أو « نقر » يسمعه المرسل إليه ثم استبدل القلم بمطرقة صغيرة ثم استبدلت المطرقة « بأزّاز » Buzzer ثم المولد المغناطيسى الذى لم يزل يستعمل إلى الآن فى الطراز الماجنيتو . وعلامة الاستدعاء تتوقف على ما إذا كان المنادى مشتركا أو سنترالا . فان كان سنترالا — حيث يوجد عمال مخصوصون — يستحسن استعمال الاشارات المرئية كالمشيرات التى استبدلت فيما بعد باللمبات وإذا كان مشتركا استحسن استعمال الاشارات السماعية —

كالأجراس — حتى تلفت نظر المشترك ان لم يكن موجوداً بالصدفة بجانب تليفونه .

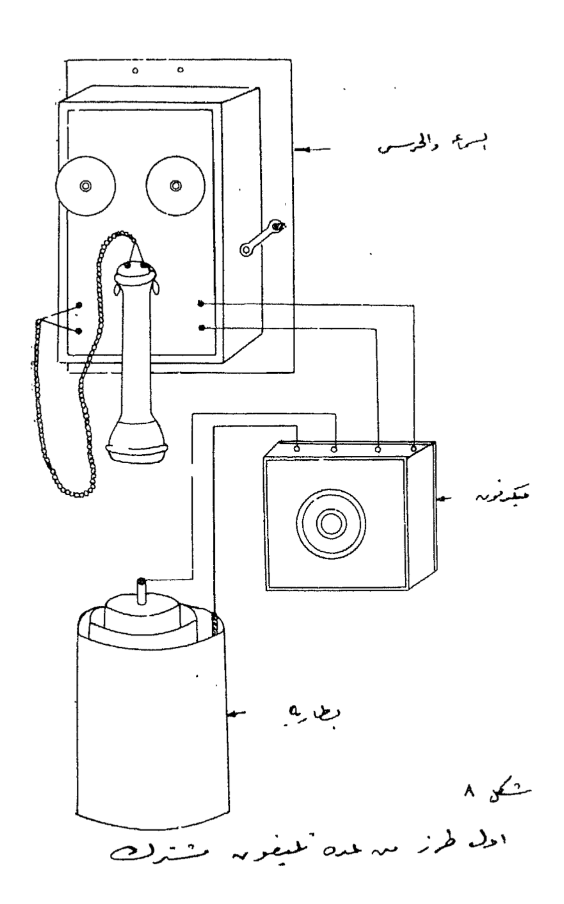
وفى (شكل ٨) نجد تليفونا ما بين سنة ١٨٧٩ وسنة ١٨٨٠ وهو مكون من جزءين — جزء الميكروفون وبه الميكروفون بالذات وملف التأثير — وجزء الجرس وبه مع الجرس سماعة ومولد لنداء السنترال .

السنترال

وفى الوقت الذى ظهر فيه امكان الاستفادة من التليفون عملياً — ظهرت فيه الحاجة إلى وجود السنترال . وهو مركزة الخطوط فى نقطة مركزية تنتهى إليها وتتفرع عنها — حتى يمكن أى اثنين منها أن يتصلا : (شكل ٩)

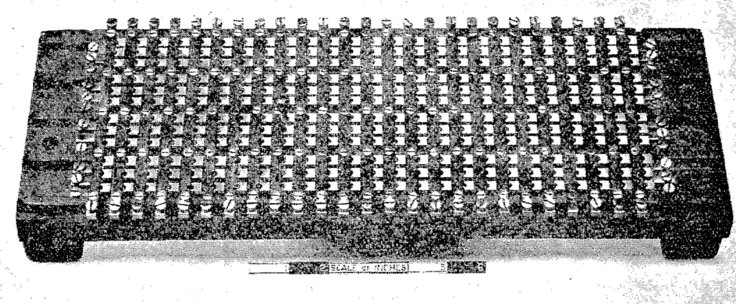
وأول سنترال تليفونى تجارى بنى فى نيوهيفن بامريكا فى سنة ١٨٧٨ وهو مشابه (لشكل ١٠) (وفى اسكندريه سنة ١٨٨١ وبورسعيد سنة ١٨٨٣)

فعند ما يدق أحد المشتركين — نزل غطاء المشير Indicator الخاص به — فأجاب عليه العامل وعرف منه

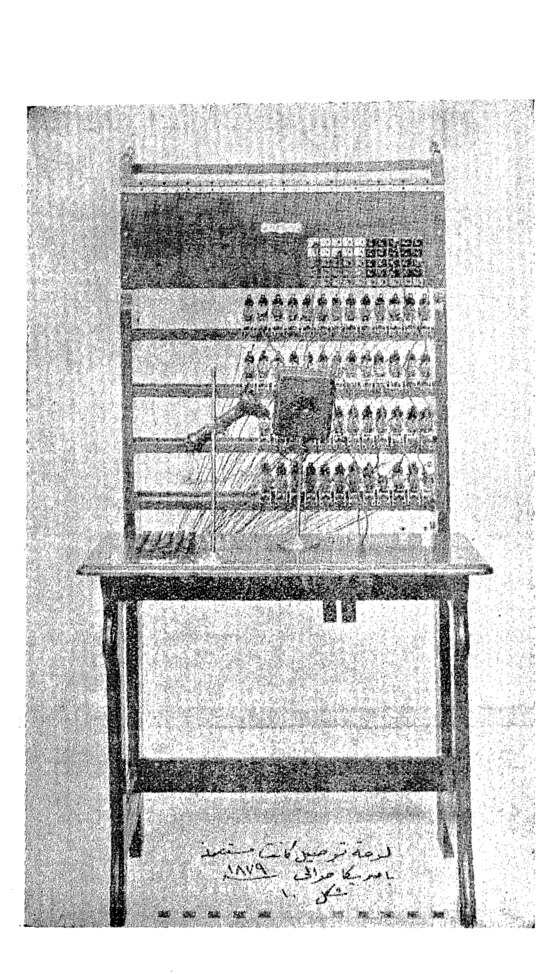


شكل ٨

اول طرز مستعمله تلیفونه مشترك



اول لوحة اتصال للمشتركين
(تصميم اديسون)
شكل ٩



لوحة توصيل كانت مستعملة
بامريكا حوالى سنة ١٨٧٩
شكل ١٠

المشترك الذى يريده — ثم قام بدوره يناديه حتى إذا رد وصله بالمشترك الأول .

ولما كبرت السنترالات بعد ذلك اتبع الترتيب الآتى : —

يطلب المشترك السنترال فيرد عليه عامل السنترال ويتلقى منه تعليماته ثم يقوم العامل هذا بإملاء هذه التعليمات على الكاتب المختص الذى يكتبها على ورقة — نمر المشتركين ونمر المطلوبين — ويعطيها إلى صبى فيأخذها ويذهب الى حيث يوصل هؤلاء النمر ببعضها وكثيراً ما كان المشترك يضطر للانتظار طويلا حتى ينسى نمرة المطلوب وكانت التوصيلة تأخذ من الوقت بضع دقائق (وهو ما يقابل الآن بضع ثوان)

ثم أتى بعد ذلك نوع من السوتشات يقوم بخدمته عامل يرد على المشتركين ويوصلهم ببعضهم وعند إتمام المحادثة يفصلهم وإذا زاد عدد المشتركين عما يمكن احتواؤه سوتش واحد — أضافوا للسنترال سوتشاً آخر وهكذا — يقوم بالخدمة على كل سوتش عامل . وحتى تتصل كل المشتركين ببعضها مدت دوائر بين كل سوتش وآخر حتى يتسنى للعامل

أن يمد النمرة الطالبة إلى سوتش النمرة المطلوبة — لو كانت هذه فى سوتش آخر غير سوتشه . ومن الظاهر هنا أن فى بعض الاحايين — يقوم عاملان بخدمة مشترك واحد فى فى هذا الطرز من السنترالات .

غير ان لهـذه الطريقة حدودا — ان تعدتها أدت إلى (شوشرة) فى العمل وعدم دقته وتراكمت السوتشات وزادت العمال — وزادت صعوبة المشتركين فى توصيلهم وكان كل هم المهندسين فى ذلك الوقت أن يتمكنوا من إيجاد طريقة تغنيهم عن لزوم مد المشترك من سوتش لآخر وتمكن عاملا واحد من القيام بالتوصيل بنفسه دون الحاجة لعامل آخر — فاخترعوا ما يسمى بالـ Multiple وجمعوا المشتركين فى ساحة تتكرر على اللوحة ويمكن كل عامل أن تكون فى متناوله .

وهذا النوع من اللوحات Multiple Board مستعمل فى جميع السنترالات اليدوية الكبرى — وهو مكوّن من أقسام — كل قسم له ارتفاع واتساع بحيث يمكن العامل من الوصول إلى أى نقطة فى مسطحه .

وبدلا أن يكون للمشترك خانة واحدة كما كانت الحال — صار له خانة على كل قسم من هذه الأقسام ليكون في متناول العامل أو العاملة .

(وشكل ١٤) يرينا قسما من سنترال من هذا النوع بالقاهرة (سنترال الزيتون)

ولكل خط — عدا ما له من الخانات المتكررة على طول لوحات السنترال — خانة وعلامة للنداء خاصتين به ويظهران على لوحة واحدة من ألواح تحاويل السنترال فاذا طلب هذا المشترك السنترال أضاءت لمبة المشترك الخاصة (علامة ندائه) فوضعت العاملة في الخانة الملحقة بها «فيشا» وردت عليه ثم بحثت في الـ Multiple عن النمرة المطلوبة ووصلتها به .

وتختص العاملة ببضع عشرات من المشتركين ترد عليهم وتقوم بخدمتهم .

ويفرق المشتركون على العاملات على حامل توزيع تنتهي عنده الأسلاك الخارجية بأسلاك السنترال . وتبع ذلك

صعوبة أمكن التغلب عليها أيضاً . وذلك فى حالة ما يطلب مشتركان إثنان من عاملتين نمرة مشترك واحد . فاذا لم يكن هناك من التدابير الخاصة ما يحول دون توصيلها به فى وقت واحد . أو توصيل أحدهما به بينما هو متصل بالآخر — فان الثلاثة يتكلمون فى وقت واحد — وعلى ذلك رتبت دائرة تليفون العاملة ودائرة الكوردة بحيث أن العاملة تجس الخانة المطلوبة بطرف « فيشها » فان كان المشترك مشغولا سمعت فى سماعتها نقرة بسيطة دلتها على ذلك وإلا وصلت المشترك المطلوب بالطالب . وهذا الترتيب موجود فى (شكل ٦ ب) وبه يرى كيفية وضع علامة «المشغولية» على دائرة المشترك وكيفية التأكد من ذلك قبل التوصيل .

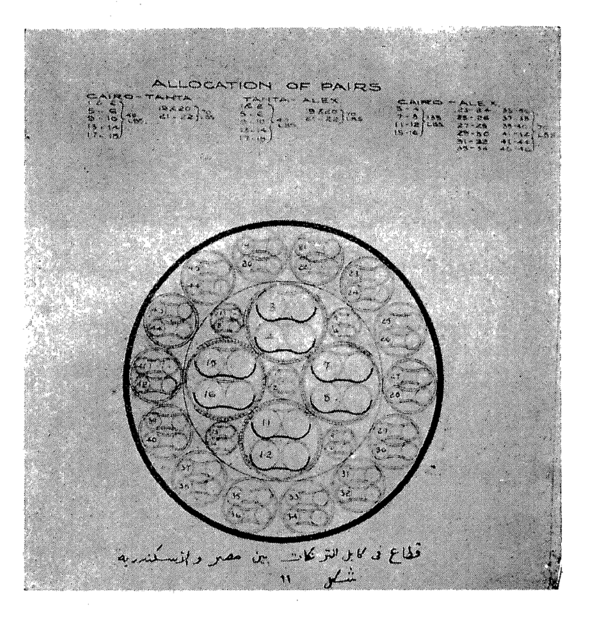
قلنا إن التوصيل يحصل بواسطة فيشات تحت تصرف العاملة ولكل عاملة سبعة عشر كوردة تنتهى كل منها بفيش والمفاتيح اللازمة لها فيمكن بذلك توصيل ١٧ مشتركا فى آن واحد . ولكل من هذه الكوردات لمبتين — احداهما للنصف الأول وهو الذى يرد به على المشترك الطالب والثانية للنصف الثانى وهو الذى يطلب به المشترك المطلوب .

وكلاهما عندما تضيئان تنبهان العاملة الى انتهاء الكلام فترفع التواصيل وتعود بالفيش الى مكانهما ويمكننا باختصار الآن تتبع ما يجرى فى السنترال اليدوى الحديث .

يطلب المشترك السنترال فتضىء لمبة أمام العاملة فتقوم فوراً للرد عليه بواسطة طرف الكوردة الخاص بالرد . وتجيب عليه وتعرف منه النمرة المراد طلبها . فتأخذ الطرف الآخر من الكوردة وتجرب النمرة المطلوبة فى خانتها المتكررة (شكل ٦) فاذا وجدتها خالية وصلتها بواسطة الكوردة ودقت جرسها حتى ترد . وتصل المشتركين ببعضهما . ثم تلتفت لغيرهما . فاذا ما أتم المشتركان الحديث أضاءت لمبتا الكوردة دلالة على انتهاء الحديث فتسحب العاملة الكوردة من نمرتى الطالب والمطلوب وتردهما الى مكانهما .

الخطوط

تكلمنا إلى هنا عن التطور الأوّلى للتليفون والميكروفون والسماعة والسنترال . ولنرجع قليلا لنرى ما تم فى الخطوط الموصلة بين المشتركين والسنترال .



(شكل ١١) قطاع فى كابل الترنكات بين مصر والاسكندرية

لما ابتدأ التليفون كانت طريقة الاتصال بين المشترك وسنتراله بواسطة سلكين من المعدن لكل دائرة تليفون ومن سوء الحظ أنه وصل إلى علم شركات التليفون أن التلغراف يشتغل بنجاح على دائرة من سلك واحد يوصل طرفها الآخر بالارض فعملوا دائرة التليفون سلكا واحدا وسرعان ما اكتشفوا خطأهم فان المحادثات كانت تسمع بين المشتركين وبعضهم لاتصالهم جميعاً بالارض ولم يكن هناك مندوحة عن الرجوع إلى الدوائر المركبة من سلكين .

وقد كان الحديد هو المستعمل لمدة طويلة لموافقته من الوجهة الميكانيكية ولسهولة شده على الاعمدة ولكن قوة توصيله للتيارات التليفونية كانت ضعيفة — فكان من اللازم إيجاد بديل .

في سنة ١٨٨٣ اكتشف Dolittle ان السلك النحاس المسحوب على الناشف يكتسب صلابة وقوة تجعلانه صالحاً للتعليق على الأعمدة — وفي أوائل سنة ١٨٨٤ مدت أول دائرة نحاسية بين بوستن ونيويورك على مسافة ٣٧٦ كيلومترا

وكانت هذه أول دائرة طويلة حقيقية ومد فى انجلترا أول دائرة ترنك ما بين مانشستر وليفربول فى سنة ١٨٨١ وفى مصر حوالى هذا التاريخ

ولما كثر عدد المشتركين فى المدن صار من الصعب مد أسلاكهم فى الهواء على الأعمدة لكثرتها وقام أولو الأمر المحليين بالاعتراضات من عدة وجوه فصرفت المجهودات فى عمل كابل يحتوى عدداً كبيراً من أسلاك المشتركين ويمكن وضعها تحت الأرض — فعملت تجارب فى سنة ١٨٨٢ فى وضع الكوابل فى مواسير حديد ولكن لم يكن الكلام مرضياً فى هذه الكوابل إلا للمسافات القصيرة فقط وبعد ذلك بقليل ابتكرت شركة باترسون طريقة لعزل الاسلاك بالقطن المغموس فى الشمع فصادفت الكوابل المصنوعة بهذه الطريقة كثيراً من النجاح ولما أدخلت طريقة العزل بالورق الملفوف حول الأسلاك رخص ثمن الكوابل كثيراً وازداد عدد ما تحتويه من الاسلاك حتى بلغ ما يسعه آخر طراز من الكابل الآن ٣٦٣٦ سلك أى ١٨١٨ مشترك فى فى كابل قطره يزيد قليلا على ٣ بوصه .

والسلك المستعمل فى الكوابل من النحاس زنته ٦٫٥ رطل إلى ١٠ أرطال الميل . وللتوصيل بين سنترال وسنترال ٢٠ أو ٤٠ رطلا فى الميل. أما فى الترنكات فيستعمل ٤٠ و ٧٠ و ١٠٠ و ١٣٥ و ٢٠٠ رطل فى الميل (شكل ١١)

وتسحب هذه الكوابل الآن فى برابخ من الفخار نستوردها فى مصر من سورناجا .

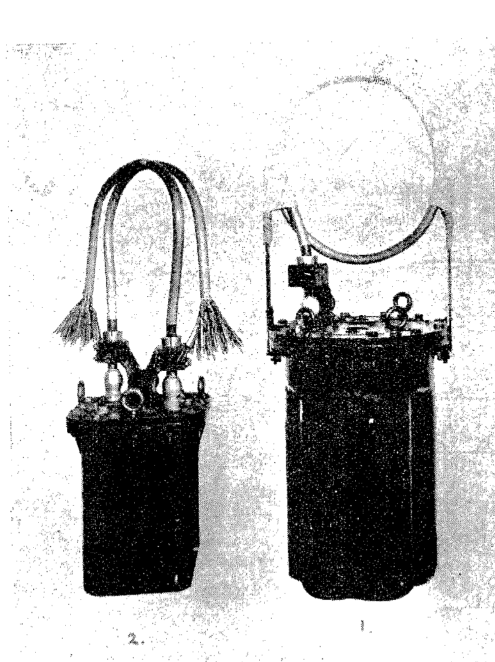
ولكن الكلام على الأسلاك الأرضية لا يوازى فى جودته الكلام على الأسلاك الهوائية لزيادة الكثافة الوضعية فى أسلاك الكابل الممدودة بجانب بعضها متلاصقة لمسافات طويلة بخلاف الأسلاك الهوائية البعيدة عن بعضها نسبياً . ولكن تفوقها من حيث عدم تعرضها للأعطال المتكررة واتساعها لعدد كبير من المشتركين فى حيز ضيق جعل الباحثين يجهدون أنفسهم فى التغلب على الصعوبة المذكورة . ففى سنة ١٨٨٤ بين أولفر هيفيسيد بالحساب أنه يمكن تحسين أى دائرة كهربائية باضافة بعض ملفات التأثير لها (Inductance) — أى بادخال طريقة بها تخزن الطاقة (Energy) الكهربائية المغناطيسية .

وفى سنة ١٩٠٠ سجل « بيو بين » Pupin طريقة يمكن بها إضافة ملفات التأثير الى الدائرة الكهربائية وقد بين بيو بين أن التأثير يمكن إدخاله كميات مركزة بدلا من أن يكون مفرقاً بانتظام على طول الدائرة و« كمية الأندكتاتس » هذه الحديثة عبارة عن سلك من النحاس ملفوف حول قلب من حديد . (شكل ١٢)

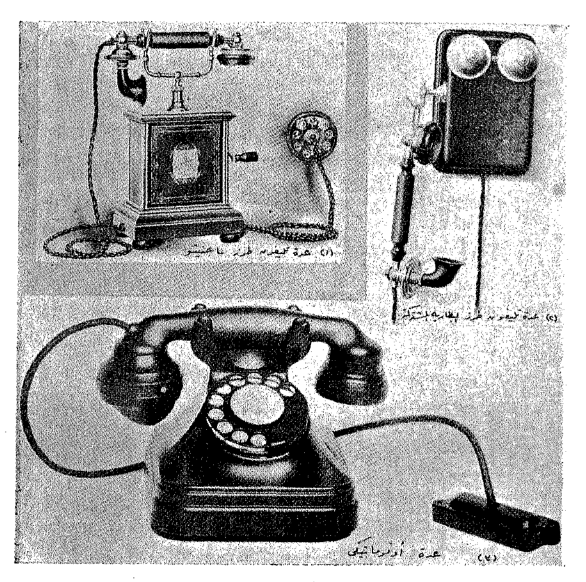
وفى سنة ١٩١٤ وضع كابل بين برمنجهام وليفربول — وقد صرفت بعض المجهودات فى تحسين توصيل الأسلاك الهوائية بنفس الطريقة — واستعملت فى أمريكا وانجلترا ولكن النتيجة لم تكن باهرة جداً .

ويكون من التطويل الممل إن أنا تكلمت على تطور المئات بل الآلاف من المواد المختلفة المستعملة فى أنحاء التليفون الحديث — فى الخارج أو فى الداخل — وأظننى أقوم بالواجب لو قصرت الكلام على آلة التليفون ـ السنترال ـ والأسلاك الموصلة بينهما .

نرجع الآن الى عدة التليفون فنصف أهم أنواعها الثلاث : — (شكل ١٣)



(شكل ١٢)



(شكل ١٣)

١) عدة تليفون طرز « ماجنيتو »

٢) « « « البطارية المشتركة

٣) « « « أوتوماتيكى

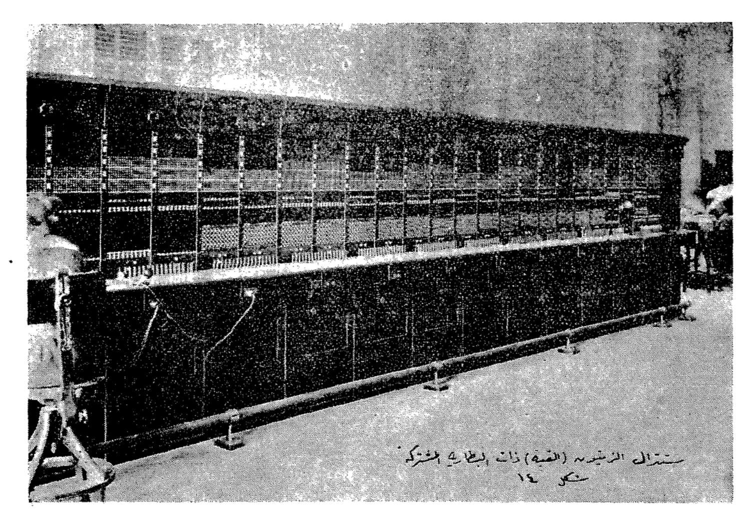
العدة الماجنيتو — وهى المستعملة فى السنترال الماجنيتو وهى عدة مكونة من ثلاثة أجزاء .

أولا — المولد — وعنـد إدارته يتولد منه تيار ترتفع شـدته فى بعض الأحيان الى ٧٥ فولت وبه يقصد نداء السنترال . فاما أن يشغل مشيراً فيسقط غطاءه فيراه العامل أو يشغل ملفاً يتصل زنبركاه فيضيئا لمبة أمام العامل .

ثانياً — السماعة والميكروفون وملف التأثير .

أما السماعة على العموم فهى مكونة أساسياً من ملف مغناطيسى أمام قطبيه قرص مثبت من أطرافه يتأثر ويهتز تبعاً لتغيير المغناطيسية فى هذين القطبين ـ وهذه المغناطيسية نفسها تتأثر بتغيير شدة التيار المستقبل فى الملف والذى يتوقف على الكلام المرسل فى الميكروفون .

والمرسل أو الميكروفون يتكون على العموم من علبة من النحاس تحتوى حبوباً من الكربون الخاص تتلاصق وتتباعد حسب ذبذبات الصوت بقرص من الكربون . وهذا التلاصق أو التباعد يحدث التغييرات اللازمة فى التيار



(شكل ١٤) سنترال الزيتون

الـكهربائى المرسـل للدائرة التليفونية يقابلها تغييرات فى ملف السماعة الذى تـكلمنا عنه حالا . وملف التأثير سبق الـكلام عليه فى مبدأ التليفون

الثالث — والجرس عبارة عن مغناطيس كهربائى أى ملفين أمام قطبيهما المغناطيسيين مطرقة تتحرك نحو أى القطبين بتأثير مغناطيسى وعند حركتها الى أى الجهتين تقرع طاسة الجرس فتحدث الرنين الذى تسمعه فى جرس التليفون

وبجانب هـذه الآلة بطارية من البطاريات الأولية (لـكلانشيه أو ناشفه) لتوريد التيار للمشترك للـكلام .

العدة طرز البطارية المشتركة — وهى مختلفة عن الأولى فى أنها لا تحتاج لمولد ولا لبطارية ونداء السنترال يحدث برفع السماعة فتتصل الدائرة ويجرى فيها تيار البطارية المشتركة فيشغل ملفاً ثم لمبة .

وطريقة توصيل المشترك بالسنترال يأتى عند الـكلام على السنترال .

المدة الاوتوماتيكى — لا تختلف عن عدة البطاريات المشتركة إلا فى أن بها ميناء للارقام يرفع المشترك السماعة فتتصل الدائرة وعند مايسمع علامة النداء يبدأ ادارة أرقامه

السنترالات

أدخلت تحسينات عديدة على لوحات المشتركين التى تكلمنا عليها والتى يتكون منها السنترال فأول ما بدأ التحسين كان فى تغيير المشيرات باللمبات — فقلت المساحة التى تحتلها المشيرات واقتصد فى وقت العامل ولم يزل من النوع الأول ما هو مستعمل فى أغلب بلاد القطر ومن النوع الثانى سنترال الاسكندرية وسنترال البستان سابقاً وسيختفى الأول ان شاء الله فى سنة ١٩٣٤ .

وفى سنة ١٨٩٦ وجد انه من المستحسن ان تمركز بطاريات المشتركين كلها فى السنترال وسمى ذلك بالسنترال ذى البطارية المشتركة ومشتركوه يستعملون النوع الثانى من عدد التليفون وترى فى (شكل ٦) كيفية اتصال المشتركين بهذه السنترالات

وبادخال هـذا النوع من السنترال اختفت كل نقط الضعف في تشغيل التليفون إلا ما انحصر منها في العامل الانسانى (المشترك والعاملة) وحيث انه لا يمكن أن يختفى الأول وهو المشترك عمل الباحثون على إزالة نقطة الضعف الثانية وهى العاملة وبدأ ذلك فعلا في سنة ١٨٧٩ وفى ١٨٨٩ تمت أساسيات طريقة (ستروجر) التى أدخلت في بعض بلاد أمريكا وفى لندرة والمنصورة وان شاء الله قريباً في بورسعيد وطنطا

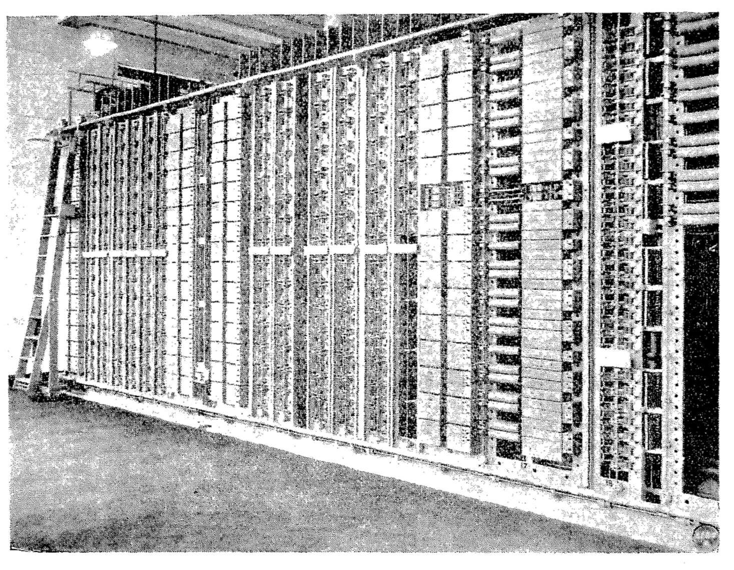
وبدأت الطريقة الاوتوماتيكية كاليدوية المجنيتو — فكان للبطاريات لزوم عند المشتركين ثم جرت خطوة إلى البطارية المشتركة . وازيلت بطاريات المشتركين .

وأول سنترال تليفون أوتوماتيكى ذى بطارية مشتركة افتتح في أمريكا سنة ١٩١٥ (وفى مصر في نوفمبر سنة ١٩٢٦ سنترال العتبة) ومن هذا التاريخ صار التليفون الأوتوماتيكى يتقدم بخطى واسعة.

ومن العجيب أن يبدأ التفكير في الطرق الأوتوماتيكية

فى نفس الوقت تقريباً الذى أقيم فيه أول سنترال يدوى تجارى وقد بدأت الاختراعات فى هذا السبيل من سنة ١٨٧٩ (Connoly Me Tigh) ثم استمرت تتقدم هى الأخرى إلى ان توطدت وانتشرت بسرعة عظيمة فى الأيام الأخيرة

ويمكننا ان نقول ان التليفون الاوتوماتيكي العملى قد بدأ فى سنة ١٨٨٩ باختراع Strowger من كنساس بامريكا وقد أطلق اسمه على طريقته هذه فسميت بطراز « ستراوجر » وهى مستعملة فى جهات عدة وقد يكون لها الغلبة على الطرق الأخرى وهى مستعملة فى لندن وبرلين والمنصورة وقريباً ان شاء الله فى طنطا وبورسعيد وكثير من البلاد الامريكية مهدها غير أنها تجد منافساً قوياً فى طريقة الروترى التى ترى فى سنترال القاهرة (شكل ١٥) . وكان ستراوجر هذا « حانوتيا متعهدا » وقيل انه لشدة غيظه من عمال التليفون اليدوى وما يلقى منهم أو منهن من تعطيل فى اعماله خصص جزءاً كبيراً من وقته ليبتدع طريقة يستغنى بها التليفون عن هؤلاء العمال وتوصل إلى ذلك وسجل اختراعه فى ١٢ مارس سنة ١٨٨٩ . وكانت طريقته تحتاج



(شكل ١٥) قسم من سنترال الأوتوماتيكى طرز روترى (Rotary) يستعمل بالقاهرة

الى خمسة أسلاك من المشترك للسنترال — ثلاثة للأرقام وواحد لانهاء المكالمة وواحد للكلام ولم يكن هناك قرص يديره كما هو الحال عندنا الآن ولكن كان عند كل مشترك ثلاثة أزرار، زر للآحاد، وآخر للعشرات ، والثالث للمئات. فاذا أردت طلب مشترك نمرته ٢٣٤ مثلا ضغت مرتين على زر المئات وثلاث مرات على زر العشرات وأربع مرات على زر الآحاد.

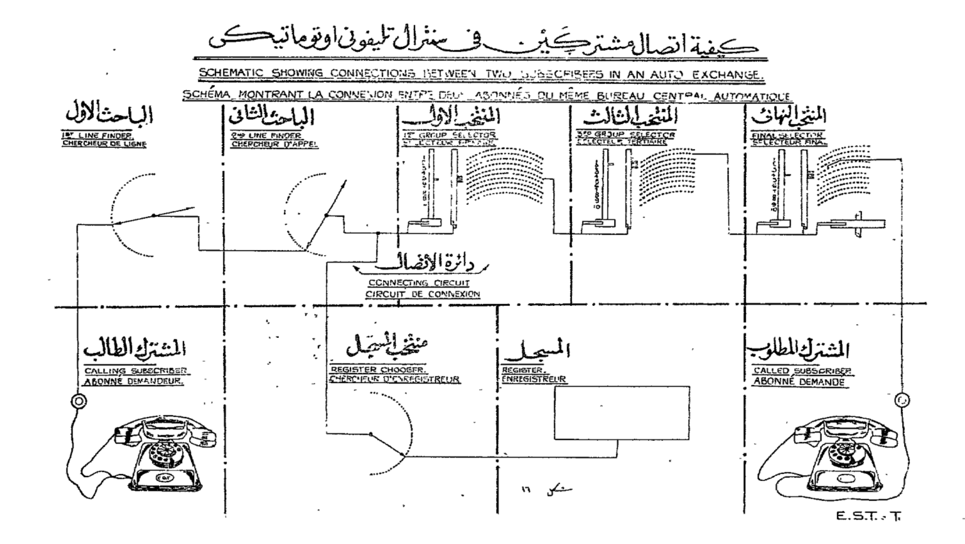
وبضغطك على هذه الأزرار شغلت كوابل كهربائية مغناطيسية حركت عاموداً يحمل فرشة تتصل بدائرة الكلام حركتين رأسية وأفقية وقد اتبع فى ذلك طريقة العاملة وترتيب النمر على اللوحة أمامها . فانكم تلاحظون أن النمر مرتبة بحيث تبدأ بالنمر الصغرى من الصفوف السفلى فعشر نمر فى أول صف مثلا ويعلوها عشر اخرى وهكذا فاذا ما أردنا مثلا نمرة ٣٤ علونا إلى الصف الثالث الذى فيه العشرة الثالثة وذهبنا يمنة إلى الخانة الرابعة فيكون بذلك الرقم ٣٤ .

وكانت النمر فى طريقة استروجر مرتبة فى داخل اسطوانة مفرغة تدور عليها الفرشة السالفة الذكر لتتصل بالنمرة المطلوبة

واستمر استروجر ومن تبعه يحسّن فى طريقته إلى أن وصلت إلى ما ترونه الآن وهذا نموذج منه . (شكل ٢٠)

وفى سنة ١٨٩٤ اخترع اريكسون J. & C. J. Erikson (اخوان) طريقة أوتوماتيكية تختلف تماماً عن كل ما عداها — ومن أهم ما عمله اريكسون طريقته العجيبه فى ترتيب ترامس النمر بترتيبها أولا فى صفوف ثم صب الجبس الباريسى عليها (Plaster of Paris) وحرقها بعد ذلك فى الافران ثم غمرها فى الشمع المغلى وقد ركب منها وحدات تسع كل منها ٢٠٠ مشترك فى رودشستر بامريكا سنة ١٨٩٥ ورأت سنة ١٨٩٦ اختراعا مهما للغاية فى تاريخ التليفون الاوتوماتيكى — وهو اختراع « القرص » الذى يرسل منه النمر ويحتاج لتشغيله أيضاً الى ثلاثة أسلاك وكان يختلف عن القرص الحالى بريشة بارزة بدل الثقوب .

ولم تكن السنترالات الى هذا التاريخ تتسع إلى أكثر من بضع مئات من المشتركين حتى أتى كيت واريكسون فصمما سنترالا يسع ١٠٠٠ مشترك .


كيفية اتصال مشتركين فى سنترال تليفونى اوتوماتيكى
SCHEMATIC SHOWING CONNECTIONS BETWEEN TWO SUBSCRIBERS IN AN AUTO EXCHANGE.
SCHÉMA MONTRANT LA CONNEXION ENTRE DEUX ABONNÉS DU MÊME BUREAU CENTRAL AUTOMATIQUE
الباحث الاول
1ST LINE FINDER
CHERCHEUR DE LIGNE
الباحث الثانى
2ND LINE FINDER
CHERCHEUR D'APPEL
المنتخب الاول
1ST GROUP SELECTOR
المنتخب الثالث
3RD GROUP SELECTOR
المنتخب النهائى
FINAL SELECTOR
SÉLECTEUR FINAL
دائرة الاتصال
CONNECTING CIRCUIT
CIRCUIT DE CONNEXION
المشترك الطالب
CALLING SUBSCRIBER
ABONNÉ DEMANDEUR.
منتخب المسجل
REGISTER CHOOSER.
CHERCHEUR D'ENREGISTREUR
المسجل
REGISTER.
ENREGISTREUR
المشترك المطلوب
CALLED SUBSCRIBER
ABONNÉ DEMANDÉ
E.S.T. - T.

شكل ١٦

وفى سنة ١٩٠٤ — ١٩٠٥ استغنى عن البطاريات الناشفة التى كانت توضع عند المشتركين وأدخلت طريقة البطارية المشتركة فى الأوتوماتيك .

ولا يتسع المقام هنا لشرح الطريقة الأوتوماتيكية وتطورها شرحا يتصل بجميع أجزائها وأسسها وليكن ذلك موضوع محاضرة أخرى إذا أردتم — إنما سنأتى هنا على ذكر الطرق المهمة المستعملة الآن — ثم نتكلم عن أوجه التفضيل بين الأوتوماتيكى واليدوى مما يهم كل مهندس يهتم بالاقتصاد الهندسى .

طرز « لوريمر »

من مميزاته أن آلاته اسطوانية تتحرك بمحركات ميكانيكية فيها فرشة بعمود مركزى تدور فى اتجاه واحد .

أما جهاز إرسال النمر فمكون من عدة روافع متحركة يضعها المشترك على النمرة المرادة قبل أن يرفع سماعته ويبتدىء الجهاز فى إرسال هذه النمرة . ويقال إنها تستأصل أسباب الخطأ فى إرسال النمرة لأن المشترك يراجعها أمامه قبل إرسالها

ومستعمل منها فى مصلحة البوستة العمومية بانجلترا .

طرز "W/E" الدائرى

وهى مكونة من أجهزة كهربائية ميكانيكية (مستعملة فى مصر) (شكل ١٥)

طرز Panel W/E وهو مستعمل فى أمريكا

طرز سيمنز Siemens

تشابه استروجر . وتختلف عنها فى « الباحث الأول » وأن الموصل يخضع مباشرة لجملة ريلايات — وليس لها Side Swich ومستعملة ببرلين .

طرز (Relay) الأوتوماتيكى

كلها ريلايات

طرز كوفنترى (Peel & Connor) وهى مستعملة فى إحدى سنترالات انجلترا .

وهنـاك طريقتان حديثتان جداً ظهرا فى السوق فى العام الماضى وينشأ الآن منهما سنترالان فى انجلترا لاختبارهما

والطريقتان المهمتان فى أوربا أولهما من طرز ستراوجر مستعملة فى لندره وبرلين والثانية الروتارى وهى فى باريس وبلجيكا وسويسرا .

ومن الطراز الأول فى مصر والمنصورة وقريباً ببور سعيد وطنطا .

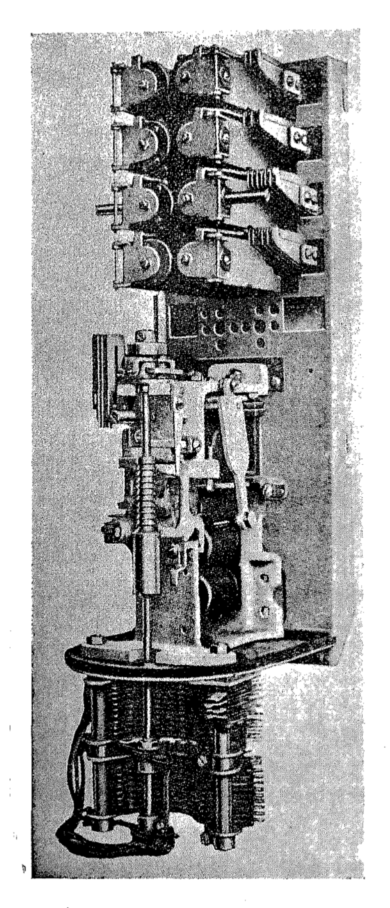
ومن الطراز الثانى القاهرة وقريباً هليوبوليس والاسكندرية . (شكل ١٥ و ١٦)

وتنقسم طرق الاوتوماتيكي عموماً إلى قسمين :—

(١) القسم الأول وفيه تتحرك أجهزة السنترال مباشرة خطوة بخطوة حسب النمرة المطلوبة بالمشترك (كما هو الحال فى سنترال المنصورة) . (شكل ١٧)

(٢) القسم الثانى وفيه تتلقى أجهزة خاصة فى السنترال النمرة المطلوبة ثم تقوم هذه الأجهزة بالتالى فى اختيار هذه النمرة (كما هو الحال فى الروتارى) (شكل ١٨)

ويشابه الروتارى طرز استراوجر على وجه العموم ويختلف عنه فى أربع نقط مهمة :



(شكل ١٧) CONNECTOR موصل طرز ستراديجر

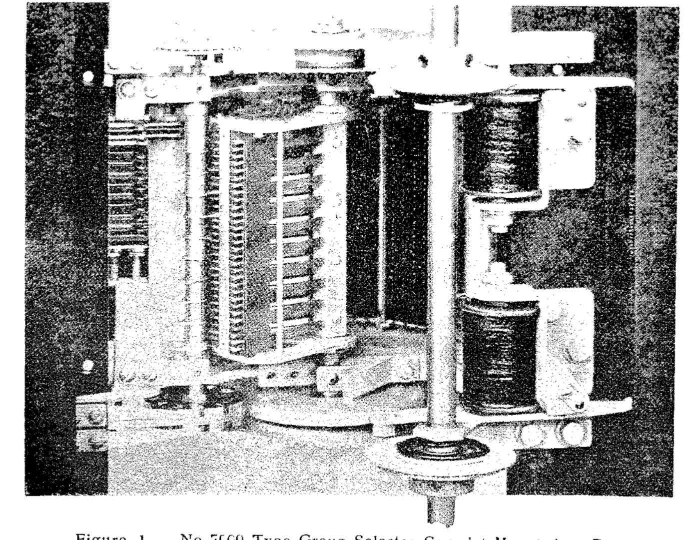


Figure 1 — No 7C09 Tyqe Grouq Selector Comqlet Mounted on Bay.

(شكل ١٨) موصل من طرز دوتري

الأولى — أساس تقسيم المشتركين فى الروتارى على ٢٠ وفى استراوجر ١٠

الثانية — نتيجـة ذلك أن المسجل فى الروتارى يتلقى نمر المشتركين على أساس عشرى ويعطيه على أساس ٢٠

الثالثة — بدل أن يكون الموصل فى استراوجر ذا ريشة متحركة رأسياً أولا ثم أفقياً فان الموصل فى الروتارى له عشرة ريش لكل صف أفقى ريشة وحركتها كلها دائرية .

الرابعة — تتحرك الريش فى الروتارى بواسطة تروس تتعشق فى بعضها تتحرك بواسطتها حركة ميكانيكية .

الأسباب التى تدعو لادخال التليفون الأوتوماتيكى :ـ

فى مدينة القاهرة تستدعى حاجات المشتركين بالتليفون مطالب قد يكون من الصعب تحقيقهـا بواسطة التليفون اليدوى — ولا يمكن للعاملة أن تقوم أمام هذه الصعوبة بارضـاء المشتركين إلى الحد المطلوب . ففى سنترال كبير فى مدينة كبيرة تحتاج العاملة إلى ذاكرة أقوى من المعتاد والى معرفة لبضع لغات يتكلمها مشتركون من مختلف الجنسيات

والعناصر . ويكون من المنطق إذاً أن يجتهد القائمون بالأمر في استبدال عاملة التليفون بآلة تليفونية .

فمن جهة المشترك — يمحى ما يضايقه من الاحتكاك المستمر مع العاملات فلا « نرفزة » بعد ذلك ولا « زعل » بين الطرفين . فطرف السنترال بعد الأوتوماتيكى — مكون من أجهزة صماء بكماء عمياء — تؤدى عملها بانتظام وبلا ملل.

ويجب أن نوجه النظر إلى ما يؤدى إليه التليفون اليدوى من غلطات . فالمشتركون يشكون من إعطائهم نمراً مغلوطة وأسباب ذلك عدة — فمنها ما ينشأ عن العدد نفسها ومنها ما ينشأ عن وضوح الكلام لاختلاف اللهجات واللغات والجنسيات وأخيراً منها ما ينشأ عن عدم انتباه العاملة .

يجوز أن يرتكب مشترك الأوتوماتيك بعض الخطأ في عدم دقته في إرسال النمرة التي يريدها ولكن التجارب أثبتت أن نسبة الخطأ الذى يحصل من إدارة قرص التليفون الأوتوماتيكي أقل بكثير من شبيهه فى التليفون اليدوى .

وهناك نقطة أخرى في غاية الأهمية — فان التليفون

الأوتوماتيكي على استعداد تام لاجابة مطالب المشتركين في أي ساعة من الليل أو النهار بينما نعرف التأخير في الرد الذي يحصل في أثناء الليل في السنترالات اليدوية . وهذا شيء لا يمكن تحاشيه فليس من المعقول أن نملأ السنترال في الليل بالعمال في انتظار بضع طلبات — وإلا كان عمل التليفون عملا لا ربح فيه .

وآخر الأسباب في تفضيل الأوتوماتيكي على اليدوي — ما ينتج عن استعماله من الاقتصاد في النفقات مع الزمن . فعلى ما في مصاريف إنشائه الأولية من تكاليف قد تفوق تكاليف اليدوي فان في وفر العاملات ما يعود في النهاية بالاقتصاد المرغوب فيه .

وعلى سبيل المثل — يكلفنا التليفون اليدوي لعشرة آلاف مشترك مبلغ ٣٤٠٠٠ جنيه سنوياً صيانة وعاملات بينما يكلف السنترال الأوتوماتيكي للعشرة آلاف مشترك نفسها مايقرب من ١١٠٠٠ جنيه سنوياصيانةوعاملات . أرجوأن أوجه النظر الى أن هذه الأرقام تقريبية وتختلف باختلاف البيئة

والبلد — على أنها تدلنا دلالة واضحة على ما يمكن اقتصاده من هذا الباب .

ونلخص أسباب تفضيل التليفون الأوتوماتيكى على التليفون اليدوى فيما يأتى : —

(١) أن المساحة التى يحتاج إليها الأوتوماتيكى أقل مما يحتاج إليه اليدوى فى نفس العدد من المشتركين وبذلك تقل الصعوبات التى تنشأ عن اختيار الأمكنة والمبانى الموافقة فى حالة اليدوى .

(٢) أن العمال اللازمين لتشغيل الأوتوماتيكى أقل بكثير من هؤلاء الذين يلزمون لتشغيل اليدوى وبذلك تقل الصعوبة التى تلقاها المصالح فى تعليم وانتقاء العمال اللازمة .

(٣) كلما زاد عدد المشتركين فى اليدوى زادت صعوبة تشغيله وبالعكس الأوتوماتيكى .

(٤) من الصعب جداً أن نتحصل على درجة عالية من الخدمة للمشتركين جميعاً على السواء فى مركز تليفون يدوى

أما الأوتوماتيكى فان هذه الصعوبة تسهل الى درجة كبيرة وتتساوى فى الليل وفى النهار .

(ه) تمحى صعوبة اللغات فى الأوتوماتيكى .

التليفون اللاسلكى

تكلمنا عن التليفون السلكى وبقى علينا أن نتكلم بصفة عامة مختصرة عن التليفون اللاسلكى . وعلى ما للتليفون اللاسلكى من نتائج باهرة من حيث تقصيره المسافات واجتيازه لها بسرعة البرق . غير انه ليس فى نواحيه من الصعوبة مثل ما نلاقيه فى التليفون العادى — ومسائل التليفون العادى مسائل معقدة تحتاج لحلها اختباراً أكبر وابتكاراً أنبغ من اللاسلكى .

فى سنة ١٨٦٧ توقع الاستاذ جيمس مكسويل انتشار موجة كهربائية أثناء تذبذب مكثف كهربائى أثناء تفريغ شحنته ولقد استنتج فى أبحاثه معادلات لشكل هذه الأمواج وسرعة انتشارها وقال إن سرعتها تماثل سرعة الأمواج الأخرى وقد قرر ان كل الموجات الاثيرية موجات كهربائية مغناطيسية وتختلف عن بعضها باختلاف ذبذبتها . وهى نظرية تعد من أهم الاكتشافات فى العصر الحاضر .

وفى سنة ١٨٨٣ بدأ هنرى رودلف هيرتز بتحقيق نظرية مكسويل .

وفى سنة ١٨٨٩ حقق هيرتز نظريات مكسويل إلى حقائق عملية فأورى كيف تنتشر الموجات الكهربائية المغناطيسية فى الفضاء وقاس طولها وسرعتها وحقق أوجه الشبه بينها وبين موجات الضوء والحرارة وقد أنتج هيرتز موجات بواسطة مذبذبات كهربائية وتلقاها بواسطة موصل بعيد عن هذا المصدر وكانت أبحاث هيرتز الأساس الذى انبنى عليه الراديو الحديث فى كل أشكاله وله هو ولمكسويل الفضل الأول .

وفى سنة ١٨٩٥ تمكن السير أوليفرلودج من تلقى موجات هيرتز على بعد ٣٠ يارده بواسطة أمبوبة من برادة المعادن Coherer وجلفانومتر .

وكان السنيور جوليامو ماركونى ، وهو ايطالى من ارلنده ، شغوفاً من صغره بموجات هيرتز فقد بدأ تجاربه الناجحة من يونيو سنة ١٨٩٥ وتمكن من ارسال الاشارات

وتلقيها على مسافة ميل ونصف وأول عـدة أرسال صنعها ماركونى كانت مكونة من Large spark gap متصلة بانتينا Antenna متصلة بالأرض وأخذ التيار العالى .H.T من ملف تأثير وبطارية أما جهاز الاستقبال فكان مكونا من سلك معزول أفقى Coherer وريلى Relay وعدة مورس كاتبة

وكان ماركونى أول من حقق اللاسلـكى عملياً فأتى إلى انجلترا سنة ١٨٦٩ وسجل لأول مرة طريقة عملية للتلغراف اللاسلـكى وفى سنة ١٨٩٧ تمكن من أرسـال إشارات بين مركبين حربيتين إيطاليتين احـداهما على بعد ١٢ ميلا من الاخرى .

وفى ١٢ ديسمبر سـنة ١٩٠٩ تمكن ماركونى من إرسال أشـارات لا سلـكية عبرت الاطلانطيق بين محطة التجربة فى كورنوول ونيوفوندلند .

وتتابعت التحسينات بعد ذلك حتى أنتهت إلى التليفون اللاسلـكى فاخترع الاستاذ فامنج اللمبة الترميونيه ذات الالـكترودين Tow-Electrodes Thermionic التى استعملها

فى استقبال الموجات الهرتزية وكان لها أعظم الأثر فى تقدم اللاسلكى وقــد كانت مقدمة لأختراع اللمبة ذات الاكترودات الثلاث التى لولاها لما وجد التلغراف والتليفون اللاسلكي الحديثين .

وبعد ذلك تمكن الامريكانى Dr. Lee de Forest من أضافة الاكترود ثالث Grid الذى أحدث انقلاباً عظيما فى عالم الراديو فحل محل كل ما شابهه من الاجهزة ولم يزل فى تقدم ومحل أبحاث باستمرار .

ومن آخر ما وصلت اليه صناعة « القالف » ما أخرجه مركونى لمحطة راديو B. B. C. فى دافنترى بانكلترا : فستتكون من ٤ لمبات موصلة على التوازى يأخذ كل منها ٦٠٠ كيلو واط ويعطى لسلك الارسال (Aerial) ٢٠٠ كيلو واط

* * *

ويقوم الروس الآن بمشروع عظيم جداً لايصال هذه القوة الأخيرة إلى ١٠٠٠ كيلو واط ! ؟

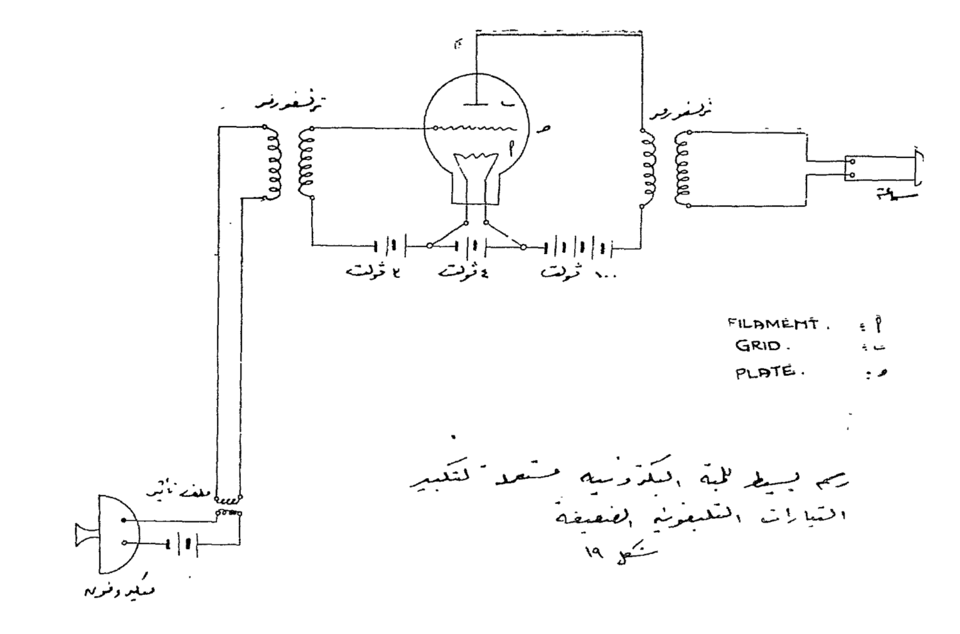
بقى أن اتكلم عن شيء آخر وهو خاتمة هذا البحث ـ وهو ما يسمى بالموجات الحاملة

وهذه عبارة عن موجات ذات ذبذبات عالية تعلو ذبذبات الصوت العادية ولا تسمع ، لكننا نحملها موجات صوتية من طرف سلك إلى طرف آخر ثم نستقبلها فى اجهزة ومرشحات كهربائية لنستخلص الموجات الصوتية منها . ويمكننا أن نرسل من ست الى إثنتى عشر موجة حاملة على خط واحد وبذلك يمكننا أن نستعمل هذا الخط الواحد لعدة محادثات فى آن واحد وذلك مفيد عند ما تكون المسافة كبيرة لا تتساوى مصاريف الخطوط فيها بما تنتظره من الايراد فيمكننا مثلا أن ندخل هذه الطريقة بين البلاد المجاورة وبيننا كسوريا وفلسطين وطرابلس والسودان .

ولما كان أهم الاجهزة التى يرتكن عليها النوعان الاخيران من طرق الاتصال التليفونى هى اللمبة الترميونية وجب علينا أن نتكلم عنها قليلا .

وهذه اللمبة تستعمل فى أشياء عدة وهى مكونة من (شكل ١٩)

(ا) سلك من تنجستن Tungsten ينير عند ما يسخن



رسم بسيط للمبة الكترونية مستعملة لتكبير التيارات التليفونية الضعيفة
شكل ١٩

بتيار كهربائى يمر فيه ومن هناك سمى Thermeonic Valve

(ب) صفيحة غلاف من البلاتين Plate

(ج) شبكة معدنية Grid

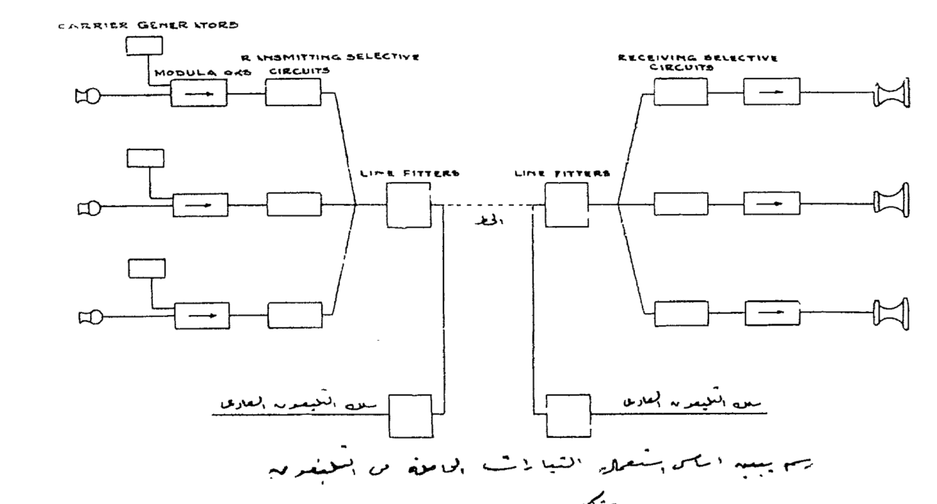
ويخلخل الهواء فى داخل اللمبة إلى ما يقرب من الفراغ وتنبعث الالكترونات من السلك الساخن (ا) وتتجه إلى أنود (ب) تحت تأثير الضغط الكهربائى . وأى تغيير فى الضغط الكهربائى على شبكة (ج) يؤثر تأثيراً محسوسا فى تيار انبعاث هذه الالكترونات بين (ا) و (ب) فاذا بعثنا بتيار صوتى ضعيف فى ملف الترنسفورمر الموصل بالشبكة نتج تيار مكبر تكبيراً عظيما فى الترنسفورمر الموصل بالسماعة واذا وصلنا هذه اللمبة بكيفية خاصة يمكننا أن ننتج تياراً مترددا ذا ذبذبة يمكن تغييرها كثرة أو قلة .

ويستعمل هـذا الصمام فى اللاسلكى لانتاج موجات مستمرة ذات ذبذبات سريعة ففى "Multiplix Telephony" يمكن إنتاج موجات ذات ذبذبات مختلفة تسمى « بالتيار الحامل "Carrier Current" » ترسل فى وقت واحد

على خط تليفون واحد . وكل من هذه الموجات يمكن تعديلها بواسطة مرسل تليفون عادى بنفس الكيفية التى تحدث في التليفون العادى وهذه الذبذبات نفسها مما لا تسمعه الاذن ومن الممكن استقبالها بطريقة خاصة واستخلاص الكلام الصوتى منها . ويمكن إرسال خمس أو ست موجات بين ٢٠٠٠٠ و ٥٠٠٠٠ ذبذبة فى الثانية فى وقت واحد وعيب هذه الطريقة الوحيد هو التكاليف ولذلك لا تستعمل إلا فى المسافات البعيد نوعا عند ما تربو تكاليف الخطوط على تكاليف هذه الاجهزة .

والكيفية التى بها تعدل هذه الذبذبات عند إرسالها واستقبالها هى نفسها المستعملة فى اللاسلكي غير أنه فى حالة اللاسلكي هذه لا تتبادل أكثر من محادثة واحدة فى نفس الوقت فالمسألة لا تعقيد فيها . (شكل ٢٠)

وهذه الطرق الثلاث السلكى واللاسلكى والتيارات الحاملة يجب أن تتضامن فى تكوين أحسن المواصلات التليفونية ولا غنى لواحدة عن الأخرى . والطريقة الأولى



رسم يبين اساس استعمال التيارات الحاملة في التليفون

شكل

(شكل ٢٠)

ذات الذبذبات الواطية التى تحتاج فيها لسلكين لكل محادثة . والثانية «التيارات الحاملة» فتستعمل فيها الأمواج المتوسطة من ٢٠٠٠٠ الى ٥٠٠٠٠ ذبذبة فى الثانية يستعمل فيها سلكين والأخيرة ذات الذبذبات العالية (من قبيل ٨٠٠٠٠٠ ذبذبة فى الثانيـة) وهى أمواج تنتشر فى الفضـاء فى كل جهة فالأولى للمشتركين والثانية للترنكات والثالثة للمخاطبات البعيدة المدى .

لا يفوتنى الآن أن أذكر لحضراتكم أن هناك اتجاها آخر فى أبحاث اللاسلكي وهوما سمى بال (Miero-Ray Radio) وقد ابتدأت الابحاث فيه من سنتين تقريباً وآخر عهدى بالتفاصيل تجارب أجريت فى ٣١ مارس سنة ١٩٣١ بين دوفر وكاليه بحضور رجال رسميين وانكشفت عن نجاح باهر لهذا الاتجاه الجديد للراديو .

فقد كانت ابحاث الراديو للآن لا تتعـدى الموجات التى طولها ٣ متر والتى يسمونها Short Waves حتى ظهرت تجارب بموجات بين ١٠ و ١٠٠ سنتيمتر وهو ما استلزم

إطلاق الاسم السابق الذكر عليها وأهميتها أنها لا تتكلف كثيراً فالـ Antenna المستعملة لها لا تزيد عن ٢ س. م والقوة اللازمة ضعيفة لا تتعدى نصف واط وهذه الـ Miero-Ray غير قابلة للتضاؤل ولا يمتصها الضباب ولا المطر كموجات الضوء وأمامها مستقبل واسع لا يحد إذ يمكن بها إنشاء ٢٥٠٠٠٠ طريق للمواصلة دون أن يختلط واحد منها بالآخر وينتظر أن يكون لها فوائد جمة فى الفنارات لارشاد السفن والطيارات أثناء الضباب وخلافه إذ أنه يمكن انعكاسها فى خط مستقيم كما يعكس الضوء .

وختاماً فللتليفون أيضاً استعمالات أخرى عديدة، يمكن أن نوجه النظر لبعض منها

أولا — الأشراف على سير القطارات

ثانياً — الاتصال تليفونياً بالقطارات وخصوصاً الكهربائى منها بواسطة التليفون السلكى أو اللاسلكي أو بالتيارات الحاملة .

ثالثاً — معرفة منسوب المياه بواسطة التليفون والجراموفون .

رابعاً — معرفة الساعة من جهاز خاص . (مستعملة بباريس)

خامساً — تحديد مواقف الطيارات وخلافه وأساسها السماعة والميكروفون .

خاتمـــــة

الـكهرباء — التيار الـكهربائى والموجات الـكهربائية .

بعد أن تـكلمنا كثيراً عن التليفون وتطوره من مبدئه لوقتنا الحـاضر — بقى علىّ أن أقول كلمة فى ماهية الكهرباء — وما هى الموجات الـكهربائية والموجات الأخرى والتليفون متوقف نجاحه على الـكهرباء وعلى هذه الموجات .

الـكهرباء — ان الظاهرة التى نسميها كهرباء تتواجد فى وحدات صغيرة جـداً أو دقائق نسميها « اليكترون » و « بروتون » وتدلنا النظريات الـكيماوية الحديثة فى أيامنا هذه عن تركيب الذرة الـكيمائى التى تتـكون منها المواد — أن الذرة تتـكون من « مركز » — متـكون هو نفسه من « بروتونات » أو دقائق من الـكهرباء الموجبه ومن « اليكتروتات » أو دقائق من الـكهرباء السالبة ويجتمع ويدور حول هـذا المركز عائلة من « الاليكترونات » كما تدور الـكواكب حول الشمس وفى بعض المعـادن على العموم كالنحاس مثلا — وهو المستعمل كثيراً فى التليفون

تفصل الذرات عنها بعض « الاليكترونات » بسهولة وهذه الاليكترونات المنطلقة عن الذرات تتحرك بسرعة عظيمة وبدون انتظام بين ذرات الجسم الصلد نفسه .

التيار الكهربائى

فاذا ما أجبرت هـذه « الاليكترونات » جملة على الحركة فى اتجاه واحد فى المعدن — ولنفرض انه سلك من النحاس — تكون من هـذه الحركة تيار كهربائى ويكون هـذا التيار مستمراً إذا كانت حركة الاليكترون مستمرة فى اتجاه واحـد أو « متردداً » إذا تحرك الاليكترون إلى الأمام ثم إلى الخلف على التوالى أو على الذبذبة اذا انطلق الاليكترون يقفز إلى الأمام ثم الى الخلف على التوالى وبمعدل عال .

والمعـادن التى يمكن للاليكترون أن يتحرك فيها على هذا المثل تكون « جيدة التوصيل » .

ثم هناك مواد أخرى كالزجاج والابونيت والميكا والورق التى نسميها « عازلة » لا نجـد فيها الا عدداً قليلا

جداً من الاليكترونات الحرة . غير أننا يمكننا تغيير موضع هذه الاليكترونات موقتاً فى هذه المواد — بطريقة خاصة — لتعود الى موضعها عند ما يزول عنها السبب الذى أثر فيها — وهذه الظاهره نسميها Electric Strain أو التوتر الكهربائى.

هذا ما يختص بالكهرباء أما ما يختص بالموجات الكهربائية وغير الكهربائية

فاننا ندين بمعرفتنا لما حولنا من عوالم للموجات المختلفة وللذبذبات التى هى مصدرها . فموجات الضوء عرفتنا شيئاً من الكواكب وعن تركيبها الكيمائى وحتى عن سرعتها وعن وجودها فى الفضاء ولولا ما عرفناه عن الكون عن هـذا الطريق لتقلصت معلوماتنا وانحصرت فى كوكبنا الأرضى الصغير.

وبواسطة موجات الصوت تمكنا من التفاهم الكامل (على قدر الامكان) بيننا وبين بعضنا وتبادل الأفكار . وتوصلنا بها من سماع ما يقع من الحوادث عن بعد . فلولا هـذين الينبوعين من المعرفة لانحصرت معارفنا فيما يمكننا

لمسه وشمه وذوقه . ولانحصرت مجهوداتنا ونشاطنا فيما تتيحه لنا هذه الحواس الثلاث من فرص للنشاط .

ان حاستى المرء الرئيسيتين تتوقفـان على الموجات أى الذبذبات بشكل ما .

ولنتفهم الآن ما نعنيه « بالموجة » وكيفية انطبـاق ذلك على الصوت والضوء

لا شك اننا عند ما نتكلم عن « الموجة » يتصل خيالنا بالبحار فموجات البحار كانت أصل ابتكار اللفظ وكان واجباً أن ينطبق اللفظ نفسه عن ظاهرتين مختلفتين عن بعضهما تمام الاختلاف — الصوت والضوء .

اننا لو سألنا « رياضيا » عما يعنيه « بالموجة » لقـال لنا حتما أنها $\frac{د^{٢} ص}{د ت^{٢}} = ج \times \frac{د^{٢} ص^{٢}}{د س^{٢}}$ وإذا سألناه أن يضع ذلك فى جملة مركبة من كلمات لقال لنـا (انها حدث دورى فى الفضاء وفى الزمن . يتحرك فى اتجاه « س » بسرعة « ج » واذا أردنا تفسير هذا ثانيا قلنا أن « الدورى » "Periodic" هذا هو تكرار الشىء فى فترات منظمة .

« كيف تنتشر الموجة »

فى البحار تنتشر الأمواج من جهة لأخرى — ولكن جزيئات المـاء نفسها لا تنتقل . بل تتحرك بكيفية خاصة فتعلو تارة وتهبط أخرى . ولأن حركتها هذه منتظمة « دورية » نراها تتقدم وتنتشر حتى إذا وصلت إلى الشاطىء صارت هذه الحركة الموجية أكثر تعقيداً لحبس الشـاطىء الذرات العميقة عن الحركة — وتزحلقت الذرات العليا فجرت إلى الشاطىء . وتسمى ذلك أيضاً « بالأمواج » وما هى فعلا إلا نتيجة لانكسار الأمواج وإتلاف حركتها وبمثل هـذه الطريقة تصلنا الحرارة أو الضوء من الشمس . فان الطاقة التى تستقبلها الأرض عن الشمس لا تأتى لنا كحرارة لـكنها تأتى لنا كحركة تموجية ما — لا تنقلب إلى حرارة إلا عند ما تنكسر أو عند ما تصطدم بالمادة . فهذه الموجات هى التى تجعل أرضنا دافئة وتنبت النبت والحياة على العموم . لا دخل فى ذلك لحرارة الأرض الداخلية .

ان الأمواج تنتج غالبـاً من اضطراب فى الذرات مما

نسميه حرارة — وهـذه الأمواج نفسهـا توجد هـذا الاضطراب فى الذرات عند ما تصطدم بها .

موجات الصوت تنقلب حرارة .

وموجات الصوت تنقلب هى الأخرى إلى حرارة .

وكلاهما (الصوت والضوء) يحركان الأعضاء الخاصة بأيهما عند ما يقعان عليها أو يصطدمان بها ويشعرانا بحاستى السمع والبصر وكلا هاتين الحاستين قد توصلنا لتفسير ناحية منهما ولم تزل بعض نواحيهما سراً علينا . وعلى علم النفس أن يفسر لنـا تماماً كيف تنقلب هذه الموجات التى تصلنـا إلى إحساس نشعر به .

على أن العين والأذن لا تشعران إلا بحـد مخصوص من هذه الذبذبات . فلكليهما حد أعلا وحد أدنى لا يشعران بمـا يعلوهما أو يسفلهما من الذبذبات . ومدى الأذن أوسع من مدى العين . فحد العين محصور جداً . فأعلا حد يمكن العين أن تراه — لا يبلغ إلا ضعفاً لحـدها الأدنى . وهذا الحد الأدنى يشعرنا بما نسميه « اللون الأحمر » والحد الأعلا

يشعرنا بما نسميه « اللون البنفسجى » (Ultra Violet) وفوق البنفسجى مدى واسع جداً يمتد إلى أن يبلغ أشعة — وأبعد مدى من هذا أيضاً (أشعة جما Gamma) الصادرة عن الراديوم وهى أسرع بآلاف المرات من أى أشعة تؤثر فى العين — ولحسن الحظ أنها تؤثر كيمائياً فى بعض المواد فيمكن تصويرها — وهذا جدول يرينا الأشعة المعروفة وسرعة تذبذباتها وطول موجتها . (شكل ٢٣)

أما تحت الأحمر فهناك مدى واسع أيضاً Infra Red - وأقل سرعة من هذه جميعاً الموجات التى تستعملها فى التلغراف اللاسلكى ـ وهذه لا يمكن رؤيتها أو رسمها . لكن يلزمنا لالتقاطها طريقة تمكننا من ذلك . بواسطة آلات وأجهزة خاصة .

لا أمواج صوتية بدون هواء

إن الصوت فى الحقيقة ليس مما يستحق أن نسميه بالأمواج فانه يتكون من مناطق ضغط وخلخلة فى الهواء ـ وتغيير فى الضغط دورى مما يمكن أن يؤثر مثلا فى طبلة من

الجلد أو أى شىء مرن آخر . وفى الأذن مثل هذه الطبلة تتلقى حالات الهواء هذه وتنقلها بطرق بارعة إلى أطراف أعصاب السمع . فبدون هواء لا يمكن وجود الصوت . فهو ينتقل بالمادة . ويمكن نقل الصوت أيضاً فى السوائل وفى المتجمدات — أى على كل حال بواسطة المادة . وفى هذا يختلف تمام الاختلاف عن الضوء فهو يسير فى الفضاء . لا حاجة لانتقاله للهواء ولا للمادة . بل بالعكس — فهذين عقبة فى سبيله .

كيف تنتقل موجات الضوء

اذا كان الهواء والمادة عقبة فى سبيل الضوء — تحوله إلى حرارة إن هو اصطدم بها — فما هو الوسيط الذى ينقل لنا الضوء . لا يمكننا أن نتخيل ذبذبات فى فضاء ما — يجب أن يكون هناك « شيئاً » ينقل هذه الذبذبات — يجب أن يكون هنا « أثير » تنتقل فيه هذه الأمواج وفى هذا الأثير تنتقل موجات الكهرباء والمغناطيس

ولكننا ليس من بين أعضائنا ما يمكنه أن يشعر بهذه

الموجات . فيجب إذاً أن نوصلها لشعورنا العادى — بواسطة جهازات . وهكذا عرفنا أن الضوء ليس بمادة — وما هو إلا موجات كهربائية وأن الأثير قادر على نقل أى نوع من الذبذبات بنفس السرعة — سرعة قسناها فبلغت ٣٠٠٫٠٠٠ كيلو متر فى الثانية .

ولهذا أيها السادة — يعز علىّ أن أختتم هذا التدليل بحقيقة مرة وهو أننا كلما تقدمنا فى العلم — وجدنا أنفسنا أكثر جهلا مما نظن . وأقصر من أن نحيط بما لا يحيط بعلمه إلا الله .

هؤلاء نحن جلوس نستمع إلى متكلم — يتكلم عن تطور التليفون بينما قد تكون غارقين دون أن نشعر بما يملأ العين حبوراً والسمع سروراً من مرئيات نحن غير قادرين على رؤيتها — أو موسيقى وأنغام فى الأثير غير قادرين على سماعها — أو ربما يتناقل الأثير فى هذه الساعة أخباراً قد تكون نتيجتها إسعاد العالم — أو إنزال الحروب والدمار به — أو تآمراً من مخلوقات لا نراها — ناطقة بكلام لا نسمعه —

لا نشعر بكل هذا وربما فيه من الخطورة على العالم أجمع ما فيه — ونجتمع لنسمع كلاما عاما عن التليفون .

***

أريد قبل أن أختتم هذه الكلمة أن أخرج عن موضوع المحاضرة قليلا وأتساءل ألم يؤن الوقت لتوجيه اهتمام الجمعية لجهة أخرى من النشاط العامى غير إلقاء المحاضرات . لقد نبه بعض المحاضرين قبلى إلى ذلك والى الاختلافات الحاصلة فعلا فى طريق الحساب بين المصالح وبعضها ونوهوا بأهمية تداخل الجمعية لتوحيد هذه الاختلافات . ألم يحن الوقت إلى تكوين لجان تبحث كل منها فى موضوع واحد — فلجنة للخرسانة المسلحة — ولجنة لحساب الكبارى — ولجنة للانارة الكهربائية ولجنة للتليفونات وهكذا تضع كل منها تقريراً عما يجب إتباعه من الشروط والقواعد والمواصفات الخاصة بكل موضوع حتى إذا قررتها الجمعية كان ذلك مرجع المصالح المختلفة والمقاولين فى طرق حساباتهم وتقرير المستوى

(The Standard) الذى يجب إتبـاعه فى كل حالة . وهناك المجمع اللغوى الذى أنشى — هل اهتمت الجمعية بالموضوع فالفت لجنـة تبحث فيما يجب إتباعه من نقـل المصطلحات والألفـاظ الأجنبية إلى اللغة العربية فى مختلف الفنون والموضوعات الهندسية وتقدمت للجهات الخاصة باقتراحاتها فعندنا وايم الحق فوضى عامة فى الترجمة — وكل شيخ منا له طريقة فيها .

هذه ملاحظات على الهـامش — أرجو أن تتقبلوها منى — وأرجو أن يكون الوقت ملائماً الآن وقد صارت الجمعية موطدة الدعائم لتوجيه نشاطها فى هذه الوجهة . دع ما يجول بالمخيلة من رغبة قـد تكون بعيدة التحقيق الآن مؤكدة التحقيق غداً إن شاء الله — وهو اليوم الذى ترى فيه لهذه الجمعية معمل ابحاث فى كل فرع يشترك فيه المبرزون منها ليقوموا بخـدمة مصر العلمية خاصـة — ويشترك فى خدمة العلم عامة ويقدموا من ابحاثهم ما يمكن تقديمه لهذه

المدنية الحية — وهى تخطو فى جميع الأنحاء خطوات عمادها البحث والابتكار .

وأرجوا أن تسمحوا الى الآن أن اضع نفسى تحت تصرفكم اذا أردتم أن تستفهموا عن شىء فاتنى ذكره وكنت قادراً على شرحه والسلام عليكم ورحمة الله .

ملحق

لاتمام الفائدة — رأيت أن الحق بهذه المحاضرة شرحاً مختصراً عن « الذرة » و « الموجات » وبعض معلومات عن الصوت . وعن السماعة التليفونية .

نظرية الذرة الحديثة

تتكون الذرة من «اليكتروتات» و «بروتونات» أما الاليكتروتات فهى دقائق من الكهرباء السالبة و«البروتونات» دقائق من الكهرباء الموجبة . وتدور حول هذا « المركز » عدة اليكتروتات كما تدور الكواكب حول الشمس . والمواد جميعها مكونة من هذين النوعين من الدقائق . وتختلف فيما بينهما باختلاف عدد «الأليكتروتات» و«البروتونات» المكونة لها — وهناك جدول يرتب هذه المواد بنسبة تركيبها هذه .

فأولا مثلا «الهيدروجين» وهو أبسطها تتركب ذرته من « اليكترون » واحد و « بروتون » واحد وزنه النسبى

١٫٠٠٧ . والهليوم وذرته مكونة من ٤ من الأيدروجين ولكن وزنها النسبي لا يصل الى أربعة أضعاف ذرة الأيدروجين فبدل أن يكون وزنها النسبي (٤ × ١٫٠٠٧) ٤٫٠٢٨ فانها ٤ فقط . وقد فسر ذلك «إينشتين» فى نظريته « النسبية » المشهورة بتدليله على أن الوزن والطاقة يتوقف كل منهما على الآخر . فان طاقة أربع ذرات من الأيدروجين أكبر طاقة من ذرة الهليوم .

أما «الأليكترون» فهو دقائق من الكهربائية السالبة ـ لها قصور ذاتى وما «الأليكترون» إلا « نقطة» أو «شحنة» من الكهرباء السالبة

= ٣٫٩ × ١٠ — ١٠ من وحدة الكهرباء الوضعية

(Electrostatic unit)

= ١٫٣ × ١٠ — ٢٠ من وحدة الكهرباء المغناطيسية

(Electromagnetic untt)

= $\frac{١}{٢٠٠٠}$ من ذرة الهيدروجين .

ويقال فى عصرنا الحديث — أن هناك ثلاثة أشياء فقط قابلة فى ذاتها للقياس : —

أولا — «الأليكترون» وهو وحدة الكهرباء السالبة

ثانياً — «البروتون» وهو وحـدة الكهرباء الموجبـة (وهى مركز ذرة الأيدروجين)

ثالثاً — «الاشعاع» (Radiation) — وهى تذبذبات مغناطيسية كهربائية أو موجات أثيرية بمعنى آخر .

الأثير — ومهما اختلفت العلمـاء فى وجود الأثير أو عدمه فهناك حركات تموجية قوية منتشرة فى الفضاء تأتينا من عوامل سحيقة فى البعد . فبعضها — كالمنبعث منها من الشمس — يقضى فى رحلته إلينا ثمانيـة دقائق . وبعضها كالمنبعث منها من أقرب الكواكب الثابتة لنا — يقضى أربع سنوات فى هذه الرحلة — وبعضها كالمنبعث منها من عوالم سحيقة فى البعد عنا — يلزمه ملايين السنين للوصول إلينا . وكلها سواء المنبعث منها عن قرب أو عن بعـد — تنبعث بسرعة ٣٠٠٠٠٠ كيلو متر فى الثانية الواحدة .

النظرية الكهربائية المغناطيسية « Electro-Magnetic Theory »

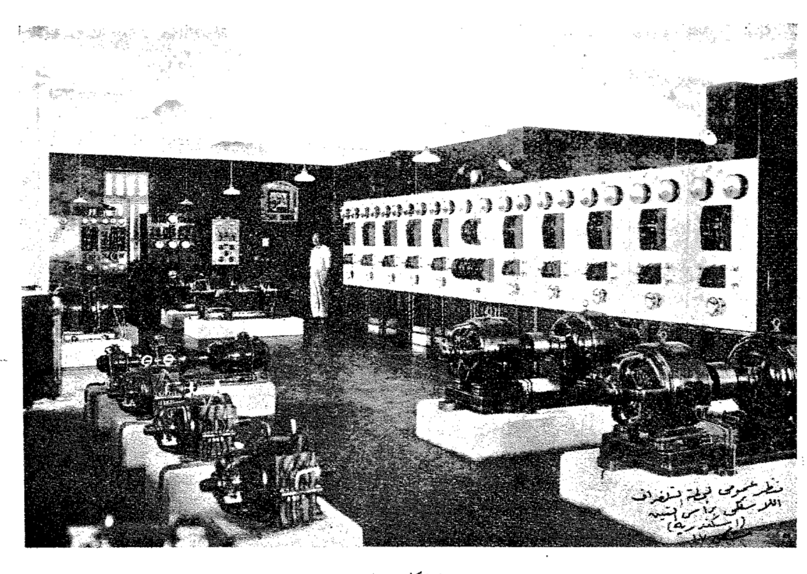
ومن أعظم ما أكتشف هذا العصر هى نظرية الضوء الكهربائية المغناطيسية :

والضوء عبارة عن طيف مكون من سبعة الوان. لكل لون ذبذبة خاصة وأعلاها ذبذبة اللون البنفسجى وهى أقصرها طولا .

وأطولها اللون الأحمر وهو أدناها ذبذبة . وبين هذا وذاك يأتى الأخضر والأصفر والبرتقالى والبرتقالى الضارب إلى الحمرة — وهو ما يتكون منها « قوس قزح » ولما كانت سرعة الموجة واحدة لا تتغير — وكانت سرعة الموجة تساوى عدد ذبذبتها مضروباً فى طولها كانت نسبة الذبذبات للطول نسبة عكسية .

فلو سمينا موجة الضوء « اكتافا » واتخذناها وحدة تقيس بها الموجات الاخرى التى وصلنا لمعرفتها لوجدنا منها ما يكون ٦٢ « اكتافا » (شكل ٢٣)

ففوق أمواج الضوء الأمواج فوق البنفسجة مكونة من سبع وحدات ولها تأثير كيماوى عجيب على عناصر هذا



(شكل ٢١)

الكون الحية وغير الحية — ووحدة من هذه الوحدات موجودة فى الشعاع الشمسى ومن الغريب ان النحل والنمل يريانها ونحن لا نراها .

ويعلو هذه ١٤ وحدة مكونة لأشعة "X" وهى التى نستعملها فى الطب لرسم ما لا يمكن العين مرآه ونطلق عليها اصطلاحاً « الاشعة » ويمكن إيجادها بوقف حركة الاليكترونات شديدة السرعة فجأة . ويعلو هذه ٥ وحدات من اشعة (جما Gamma) وتنتج من تحلل ذرات الراديوم وأمواجها غاية فى القصر . وثلاثة منها مستعملة فى بعض الامراض التى تتداوى بالكهرباء وتسمى طبياً "Electro-Thérapy" وقد تقدمت تقدماً محسوساً بعد الحرب .

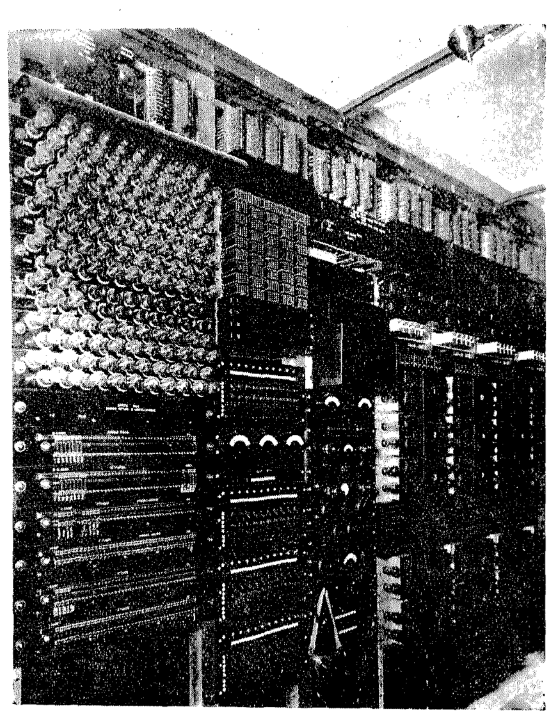
والواقع المصطلح عليه ان أشعة "X" تطلق على

(١) كل اشعة(Gamma)

(٢) أكثر من نصف الاشعة فوق البنفسجية

(٣) ما بينهما

ويعلو هذه أشعة لا علم لنا بها وعلمها عند الله .



Telephone Repeated Station

(شكل ٢٢) جزء من محطة لمكررات تليفونية شبيهة بالتى ستقام في طنطا

أما ما يسفل أشعة الضوء فادلها أشعة ما تحت الاحمر (Infra-red) وهى تحتل تسع وحدات (أو كتافات) وهى مندمجة فى أشعة الشمس وتحمل لنا الحرارة والدفء وتجعل الأرض صالحة للحياة .

ويتليها ١٧ « أكتاف » من أشعة (Hertz). ويمكن ايجادها بتفريغ شحنات عظيمة من الكهرباء بصفة خاصة .

ويتليها ١١ أكتاف من موجات اللاسلكى الطويلة — وجزء منها يستعمل فى الاتصالات اللاسلكية (Radio)

ويتلو ذلك أمواج أخرى طويلة الموجة . قليلة الذبذبة نعرف منها كثيراً ونجهل منها كثيراً ومنها الذبذبات المستعملة فى التليفون العادى وخلافه وما نستعمله فى التليفون منها يحل ما بين ٢٠٠ الى ٣٠٠٠ ذبذبة فى الثانية الواحدة .

والشكل المقابل يرينا ترتيب هذه الموجات جميعها بالنسبة لبعضها — وأطول أمواجها وعدد ذبذباتها .(شكل ٢٣)

ولا يفوتنى أن أذكر أن هناك نوع من الاشعاع غريب موجته غاية فى القصر وقوة اختراقه عظيمة اهتم باستجلاء

غوامضها الأستاذ « Millikan » فانها تنحدر الينا من السماء. وتضعف بمرورها فى الهواء والماء . لا تأتينا من الشمس. لأن قوتها لا تتغير بمدارج الشمس . ربما أتتنا من السدير ولكننا لا نعلم عن أصلها شيئاً بالتحقيق .

من هذا يتضح لنا أن ما تراه العين ما هو الا نذر يسير مما لا تراه . ومع ذلك أنظر الى ما توصلنا اليه من المعرفة .

كيفية الاشعاع — كان المعروف ان الاشعاع ينبعث بطريقة مستمرة منتظمة — لكن الظاهر أن الاشعاع ينبعث قفزات "Jerks" قفزة تلو قفزة كما يقول لنا العلامتين بلانك وانشتين والذى يسمونه (The Atomicity of Energy). فى نظريتهم الكمية (The Quantum Theory) وليس فى النية الدخول فى هذا البحث العميق

الصوت

الصوت كما قلنا موجات مادية تحتاج فى نقلها لمادة. كالهواء مثلا أو كالماء — وتختلف سرعتها بسرعة المادة.

التى تنتقل فيها وكذلك تتوقف على درجة حرارة هذا الوسيط .

وسرعة الصوت فى الهواء فى درجة الصفر فاهرنهايت هى ٣٣١ متر فى الثانية حسب ما ذكرته الموسوعة البريطانية.

والصوت الأنسانى يتكون من اهتزاز الأحبال الصوتية فى العنق باخراج الهواء من القصبة الهوائية بسرعة وبصفة خاصة تدرب عليها الانسان منذ القدم وأتقن استعمالها .

ويمكن الرجوع لكتب الصوت لمعرفة خواص الصوت وأنواعه .

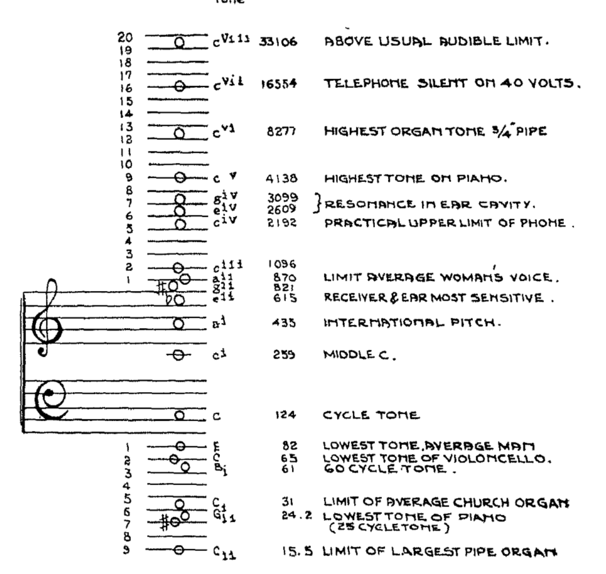
وترى فى الشكل المقابل تقسيما يرينا تفاصيل الأصوات التى تسمعها لأذن العادية — فأدناها صوت أكبر أرغون وهى مقدرة ١٥٫٥ ذبذبة فى الثانية وأعلاها ٨٢٦٦ ذبذبة فى الثانية وهى أعلى نغمة الارغون . (شكل ٢٤)

وقد يصل الصوت فى حالات الصراح الى ٣٠٠٠٠

RAY OR WAVE.	FREQUENCY.		WAVE LENGTH.
GAMMA RAYS.	3×10^{19} CYCLES		.00000001 M/M.
X RAYS.	47×10^{15}	"	.000063 M/M
ULTRA VIOLET.	3×10^{15}	"	.0001 M/M
	LIGHT RAYS.		
VIOLET	8.33×10^{14} CYCLES		.00036 M/M.
GREEN	6.1×10^{14}	"	.00045 M/M.
YELLOW	5.1×10^{14}	"	.00049 M/M.
ORANGE	4.6×10^{14}	"	.000652 M/M.
ORANGE-RED	3.8×10^{14}	"	.000789 M/M.
RED	2.7×10^{14}	"	.0008 M/M
INFRA-RED			DOWN TO 1 M/M.
WIRELESS TELEPHONES	6×10^{6}		50 MTS.
	TO 2×10^{4}		TO 30 KMS.

3 OCT RADIO THERAPY
62
57
43
الأشعة الضوئية
38
37
28
11
5.0 CT GAMMA RAYS
14-OCT X-RAYS.
5-OCT ULTRA-VIOLET RAYS.
5-OCT INFRA-RED RAYS.
17 OCT SHORT HERTZIAN RAYS.
11 OCT WIRELESS

شكل - ٢



Cycles
Tone
20 cVIII 33106 ABOVE USUAL AUDIBLE LIMIT.
19
18
17
16 cVII 16554 TELEPHONE SILENT ON 40 VOLTS.
15
14
13 cVI 8277 HIGHEST ORGAN TONE 3/4" PIPE
12
11
10
9 cV 4138 HIGHEST TONE ON PIANO.
8
7 gIV 3099
6 eIV 2609 } RESONANCE IN EAR CAVITY.
5 cIV 2192 PRACTICAL UPPER LIMIT OF PHONE.
4
3
2 cIII 1096
1 aII 870 LIMIT AVERAGE WOMAN'S VOICE.
gII 821
eII 615 RECEIVER & EAR MOST SENSITIVE.
aI 435 INTERNATIONAL PITCH.
cI 259 MIDDLE C.
c 124 CYCLE TONE
1 E 82 LOWEST TONE, AVERAGE MAN
2 C 65 LOWEST TONE OF VIOLONCELLO.
3 BI 61 60 CYCLE TONE.
4
5 CI 31 LIMIT OF AVERAGE CHURCH ORGAN
6 GII 24.2 LOWEST TONE OF PIANO
7 (25 CYCLETONE)
8
9 CII 15.5 LIMIT OF LARGEST PIPE ORGAN

ذبذبة فى الثانية وقـد تسمعها بعض الآذان — فحد السمع الأعلى هو ٣٣١٠٦ ذبذبة فى الثانية .

والمتوسط الدولى للصوت هو ٤٣٣ ذبذبة فى الثـانية ومتوسط صوت المرأة ٨٧٠ .

وللفائدة نجد فى الجدول الآتى الحدود التى يقسم اليها المغنون فى الغرب : —

سوبرانو	(Soprano)	من ٣٤٠ الى ٧٦٨ ذبذبة فى الثانية
ميزو «	(Mezzo Soprano)	« ١٩٢ « ٦٤٠
كونتر التو	(Contralto)	« ١٦٠ « ٥١٢
تنور	(Tenor)	« ١٢٨ « ٤٣٥
باريتون	(Bariton)	« ١٠٦ « ٣٤١
باس	(Bass)	« ٨٧ « ٣٨٨

غير ان المغنى جاسبار فوستر وصل إلى ٤٢ ذبذبة فى الثانية وقال الموسيقى العظيم موتزارانه سمع توكريزيا اجوجارى فى سنة ١٧٧٠ فى برما تصل بصوتهـا الى ٢٠٤٨ ذبذبة فى الثانية وهو اعلا نبرة سجلت فى تاريخ الموسيقى ؟

م. مصر ٢٢٩٣ — ٣٣ — ١٠٠٠

